Monitoring the impacts of the Gordon C. Leitch oil spill on the breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve (QC), Canada

Benoît Roberge and Gilles Chapdelaine

Quebec Region 2000
Canadian Wildlife Service
Environmental Conservation Branch

Photo: Nancy Denommée/Parks Canada

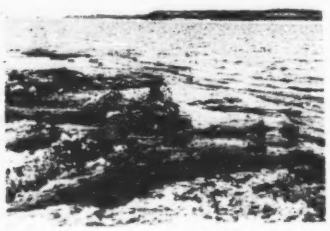
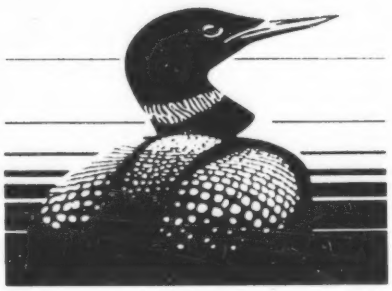


Photo: Suzie Malouin /Parks Canada

Photo: Benoit Roberge/Parks Canada



Technical Report Series Number 359

Environnement Canada
Environment Canada

Service canadien de la faune
Canadian Wildlife Service

Parcs Canada
Parks Canada

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

Cette série de rapports donnant des informations scientifiques et techniques sur les projets du Service canadien de la faune (SCF) a démarré en 1986. L'objet de ces rapports est de promouvoir la diffusion d'études s'adressant à un public restreint ou trop volumineuses pour paraître dans une revue scientifique ou l'une des séries du SCF.

Ordinairement, seuls les spécialistes des sujets traités demandent ces rapports techniques. Ces documents ne sont donc produits qu'à l'échelon régional et en quantités limitées; ils ne peuvent être obtenus qu'à l'adresse figurant au dos de la page titre. Cependant, leur numérotage est effectué à l'échelle nationale. La citation recommandée apparaît à la page titre.

Ces rapports se trouvent dans les bibliothèques du SCF et figurent aussi dans la liste de la Bibliothèque nationale du Canada utilisée dans les principales bibliothèques scientifiques du Canada. Ils sont publiés dans la langue officielle choisie par l'auteur en fonction du public visé, avec un résumé dans la deuxième langue officielle. **En vue de déterminer si la demande est suffisamment importante pour produire ces rapports dans la deuxième langue officielle, le SCF invite les usagers à lui indiquer leur langue officielle préférée. Il faut envoyer les demandes de rapports techniques dans la deuxième langue officielle à l'adresse indiquée au verso de la page titre.**

TECHNICAL REPORT SERIES
CANADIAN WILDLIFE SERVICE

This series of reports, established in 1986, contains technical and scientific information from projects of the Canadian Wildlife Service. The reports are intended to make available material that either is of interest to a limited audience or is too extensive to be accommodated in scientific journals or in existing CWS series.

Demand for these Technical Reports is usually confined to specialists in the fields concerned. Consequently, they are produced regionally and in small quantities; they can be obtained only from the address given on the back of the title page. However, they are numbered nationally. The recommended citation appears on the title page.

Technical Reports are available in CWS libraries and are listed in the catalogue of the National Library of Canada in scientific libraries across Canada. They are printed in the official language chosen by the author to meet the language preference of the likely audience, with a résumé in the second official language. **To determine whether there is significant demand for making the reports available in the second official language, CWS invites users to specify their official language preference. Requests for Technical Reports in the second official language should be sent to the address on the back of the title page.**

Monitoring the impacts of the Gordon C. Leitch oil spill on the breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve (QC), Canada

Benoît ROBERGE[1] et Gilles CHAPDELAINE[2]

[1]Parcs Canada
Mingan Archipelago
National Park Reserve
1303, de la Digue
Havre-St-Pierre (Québec)
G0G 1P0

Environment Canada
Canadian Wildlife Service
1141, route de l'Église
C.P. 10 100
Ste-Foy (Québec)
G1V 4H5

e-mail : benoit_roberge@pch.gc.ca
gilles.chapdelaine@ec.gc.ca

TECHNICAL REPORT SERIES No.359
Quebec Region 2000
Canadian Wildlife Service

©Minister of Supply and Services Canada 2000
Catalogue No. CW69-5/359E
ISBN 0-662-29718-0

This document may be cited as :
Roberge, B. and G. Chapdelaine. 2000. Monitoring the impacts of the Gordon C. Leitch oil spill on the breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve (QC) Canada. Technical Report Series No. 359, Canadian Wildlife Service, Quebec Region, Environment Canada, Sainte-Foy, xi+21p.

101-02728/

MONITORING THE IMPACTS OF THE GORDON C. LEITCH OIL SPILL ON THE BREEDING BIRD POPULATIONS OF THE MINGAN ARCHIPELAGO NATIONAL PARK RESERVE (QC), CANADA

Parks Canada
Mingan Field Unit
Natural Resources Conservation Service
May, 2000

AUTHORS

Benoît Roberge, Biologist	Park Warden Wildlife Program Manager Mingan Field Unit Parks Canada
Gilles Chapedelaine, Biologist	Seabird Biologist Quebec Region Canadian Wildlife Service

PROOFREADING

Sylvain Paradis, Biologist	Wildlife Management Specialist Professional and Technical Services Parks Canada
Stéphane Marchand, Forest Engineer	Acting Chief Warden Mingan Field Unit Parks Canada
Denis Lehoux, Biologist	Habitat Biologist Quebec Region Canadian Wildlife Service

TRANSLATION

Robert St-Laurent	Biologist TranScience, scientific translation

TYPING

Caroline Boudreau	Clerk Mingan Field Unit

TABLE OF CONTENTS

TABLE OF CONTENTS I
LIST OF TABLES II
LIST OF FIGURES III
ABSTRACT IV
RÉSUMÉ V
ACKNOWLEDGMENTS VI

1. INTRODUCTION 1

2. METHODS 2

2.1 Study Area 2

2.2 Monitoring the Breeding Bird Populations 2
2.2.1 Common Eiders 2
2.2.2 Black Guillemots 4
2.2.3 Bald Eagles 4
2.2.4 Statistical Methods 4

3. RESULTS 5

3.1 Impacts on the Breeding Population of Common Eider 5
3.1.1 Number of Nests 5
3.1.2 Productivity 5

3.2 Impacts on the Breeding Population of Black Guillemots 7
3.2.1 Number of Nests 7

3.3 Impacts on the Breeding Population of Bald Eagles 9
3.3.1 Number of Nests 9
3.3.2 Productivity 10

4. DISCUSSION 11

4.1 Impacts on the Breeding Population of Common Eiders 11

4.2 Impacts on the Breeding Population of Black Guillemots 12

4.3 Impacts on the Breeding Population of Bald Eagles 12

4.4 Impacts on the Breeding Bird Populations of the MANPR 13

5. RECOMMENDATIONS 15

6. CONCLUSION 16

7. REFERENCES 17

LIST OF TABLES

TABLE I : Number of Common Eider (*Somateria mollissima dresseri*) nests in 1998 and 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve..... 6

TABLE II: Mean clutch size of Common Eider (*Somateria mollissima dresseri*) in 1998 and 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve 6

TABLE III : Mean number of Black Guillemots (*Cepphus grylle*) in attendance at each colony and the estimated number of nests, using a K value, in 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve..... 8

TABLE IV : Number of Black Guillemot (*Cepphus grylle*) nests in 1994 and 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve 9

TABLE V : Number of active nests and adults observed during the 1998 and 1999 Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) surveys in the Mingan Archipelago National Park Reserve..... 10

TABLE VI : The content of active Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) nests in 1998 and 1999 in the Mingan Archipelago National Park Reserve.....
.... 10

TABLE VII : Impacts of the Gordon C. Leitch oil spill on the breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve (MANPR) in 1999..... 14

LIST OF FIGURES

FIGURE 1 : The Mingan Archipelago National Park Reserve and the area affected by the Gordon C. Leitch oil spill at Havre Saint-Pierre 3

ABSTRACT

A monitoring program has been undertaken by Parks Canada and the Canadian Wildlife Service to evaluate the impacts of the Gordon C. Leitch oil spill, in Havre-Saint-Pierre in 1999, on the breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve (Gulf of St. Lawrence (QC), Canada). The three breeding bird species studied are the Common Eider (*Somateria mollissima*), the Black Guillemot (*Cepphus grylle*), and the Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). The surveys were completed to provide a means of comparing the status of these bird populations on islands located inside and outside the contaminated area, both before and after the oil spill. The Gordon C. Leitch oil spill does not seem to have brought on noticeable impacts on the reproductive potential of the breeding bird populations of Minganie. The breeding population of Common Eiders on the islands located within the contaminated area has decreased from 1861 pairs in 1998 to 1707 in 1999 following the oil spill. The differences in the number of Eider nests on the islands surveyed ("test" and control islands), both before and after the oil spill, are not significant. Common Eider productivity in the Mingan Archipelago did not significantly differ between 1998 and 1999. The slight variability observed between 1998 and 1999 may result from natural processes or variations in the sampling method. The breeding Black Guillemot population of the Mingan islands does not seem to be visibly affected by the oil spill. On the islands that were contaminated with hydrocarbons, the Guillemot population has increased by 60% that is, from 32 pairs in 1994 to 54 pairs in 1999. The Bald Eagle population in the Mingan Archipelago seems stable, with four (4) nesting pairs in both 1998 and 1999. In 1999, the mean productivity of Bald Eagles, with two (2) eaglets/nest, suggests a healthy population. All in all, the Gordon C. Leitch oil spill may have caused the death of an estimated 211 to 777 breeding birds or 0,4 to 1,6% of the total number of breeding seabirds in the Mingan area. Protective measures are recommended in order to mitigate the effects resulting from the oil spill and to prevent as well as limit the impacts of such incidents.

RÉSUMÉ

Un programme de suivi a été initié par Parcs Canada et le Service canadien de la faune pour évaluer les impacts du déversement de pétrole du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre en 1999 sur les populations d'oiseaux nicheurs de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (golfe Saint-Laurent (QC, Canada). Trois espèces d'oiseaux nicheurs en Minganie ont été étudiées soit : l'Eider à duvet (*Somateria mollissima*), le Guillemot à miroir (*Cepphus grylle*) et le Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*). Les inventaires réalisés visaient à comparer les niveaux de ces populations d'oiseaux sur des îles sélectionnées à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de contamination avant et après ce déversement. Le déversement de pétrole du Gordon C. Leitch ne semble pas avoir entraîné d'impacts observables au niveau de la reproduction de ces populations d'oiseaux nicheurs dans l'archipel de Mingan. La population nicheuse d'Eiders à duvet en Minganie sur des îles situées dans la zone de contamination est passée de 1861 couples en 1998 à 1707 couples en 1999 suite au déversement. Les différences dans le nombre de nids d'Eiders pour les îles étudiées et témoins avant et après le déversement ne sont pas significatives. La productivité des Eiders dans l'archipel de Mingan ne diffère pas non plus significativement entre 1998 et 1999. Les légères variations entre 1998 et 1999 peuvent être associées à des facteurs naturels ou des fluctuations d'échantillonnage. La population de Guillemots à miroir qui niche sur les îles Mingan ne présente pas d'effets détectables suite au déversement. Dans les îles affectées par la contamination d'hydrocarbures, la population de guillemots affiche une augmentation de 60% soit de 32 couples en 1994 à 54 couples en 1999. La population de Pygargues à tête blanche dans l'archipel de Mingan semble stable avec quatre (4) couples nicheurs en 1998 et 1999. La productivité moyenne des pygargues en 1999, avec deux (2) aiglons/nid, indique à première vue une population en bon état de santé. Dans l'ensemble, le déversement du Gordon C. Leitch a pu occasionner une mortalité estimée entre 211 et 777 oiseaux nicheurs soit des impacts possibles représentant de 0,4% à 1,6% de l'effectif total des oiseaux marins nicheurs en Minganie. Des mesures de protection sont recommandées pour compenser les effets occasionnés par le déversement et pour prévenir et limiter les effets d'éventuels incidents maritimes.

ACKNOWLEDGMENTS

Sincere thanks are given to the great number of people who have taken part in this study. Mr. Gilles Chapdelaine and Mr. Réal Vaudry have contributed to the development of the monitoring program. Mrs. Hélène Senneville has provided a crucial technical support in the organization and completion of the fieldwork. Charles Kavanagh, Stéphanie Larouche-Boutin, Suzie Malouin, Éric Guay, Stéphane Marchand, Placide Boudreau, Nancy Dénommée, and Caroline Boudreau, all members of the Conservation Service team of the Mingan Field Unit, have participated in the Common Eider and Guillemot surveys. Mr. Pierre Fradette and Charles Kavanagh have taken part in the aerial surveys for Bald Eagles. Mr. Gaétan Daigle of the *Département de Mathématiques et de Statistique de l'Université Laval* has provided the statistical expertise. Mr. Denis Lehoux of the Canadian Wildlife Service as well as Sylvain Paradis and Stéphane Marchand of Parks Canada have proofread the document. Mr. Robert St-Laurent provided the English translation. The Company responsible for the spill, the Upper Lakes Group, has financed this monitoring study.

1. INTRODUCTION

On the night of March 23 1999, the bulk-ore carrier Gordon C. Leitch accidentally strikes the wharf of QIT-Fer et Titane inc., in Havre-Saint-Pierre, and releases 49 metric tonnes of bunker C oil in the waters of the Gulf of St. Lawrence (QC, Canada). Adverse conditions cause the crude oil to concentrate westward near the shores of Pointe-aux-Morts and Anse à Nadeau. Later, part of the oil drifts south and reaches close to a dozen islands of the Mingan Archipelago National Park Reserve (MANPR). On the days that follow, this discharge leads to the death of more than a thousand (1003) seabirds and becomes one of the important cases of bird mortality due to hydrocarbon-related bird mortality in Canada (D. Lehoux, pers. comm., Canadian Wildlife Service, 1999).

Three bird species wintering in the Mingan region; the Common Eider (*Somateria mollissima*), the Black Guillemot (*Cepphus grylle*), and the Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) have been particularly affected by the oil spill and have raised much concern as to the conservation of the breeding bird populations in the Mingan Archipelago.

The Gordon C. Leitch oil spill in Havre-Saint-Pierre has essentially affected more than 947 Common Eiders (*Somateria mollissima borealis*) that winter in the Gulf of St. Lawrence (Lehoux and Bordage, 1999). This number represents a fraction of the total population, which is estimated at 100 000 individuals (Bordage and *al.*, 1998; Bourget and *al.*, 1986). However, the breeding population of Common Eiders (*Somateria mollissima dresseri*) in the Mingan region, which is estimated at more than 5 000 pairs (Paradis, 1993; Roberge, 1998a, in prep.), could have very well been affected by the oil spill. Parks Canada, the Canadian Wildlife Service, Havre-Saint-Pierre communities, and Mingan Montagnais have raised concerns regarding the status of this important Common Eider population in the Mingan region, a population that is part of local sport hunting and traditional activities. The Black Guillemot was the second species most affected by the oil spill with more than 50 oil-covered individuals (Lehoux and Bordage, 1999). This bird, which is especially vulnerable to pollution caused by oil spill (Cairns, 1995; Ewins, 1985; Ewins and Tasker, 1985), is not very abundant in the Mingan Archipelago with only 115 nesting pairs in 1994 (Vaudry, 1995). The Bald Eagle was also affected by the oil spill, three (3) oil-covered individuals have been observed. The Bald Eagle may soon be given the status of vulnerable or threatened species under provincial legislation (Beaulieu, 1993). Its scarcity in the Mingan Archipelago, six (6) potential active nests in 1998 (Roberge, 1998, in prep.) may foreshadow a potential loss of nesting pairs.

Following the Gordon C. Leitch oil spill, a monitoring program, funded by the company responsible for the oil spill (Upper Lakes Group), has been undertaken by Parks Canada and the Canadian Wildlife Service to evaluate the impacts on these three breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve (MANPR).

2. METHODS

2.1 Study Area

The Mingan Archipelago National Park Reserve (MANPR) is a protected natural area established and managed by Parks Canada since 1984. It stretches from the villages of Longue-Pointe-de-Mingan and Aguanish and extends to Moyenne-Côte-Nord (Mid-North Shore) of the Gulf of St. Lawrence (**Figure 1**). This territory covers an area of 106 km^2. To the west, some forty calcareous (limestone) islands (> 0,1 ha) characterize the archipelago. To the east, more than 800 granitic islands and islets make up the rest of the territory. Some of the most striking features of the MANPR are its temperate marine climate, unique geology, arctic-alpine vegetation, and abundant marine avifauna (Parks Canada and Roche et Associés Ltée, 1984; Environnement Canada, 1992). The seabird populations of MANPR are characterized by 12 species and more than 25 000 nesting pairs, including the most important populations of Common Eider (*Somateria mollissima dresseri*) as well as Common and Arctic Terns (*Sterna hirundo and S. paradisaea*) of the Gulf of St Lawrence (Roberge, 1998b). In spring and fall, more than 50 species of ducks and shorebirds gather in important numbers in the general area of Mingan (Parcs Canada and Roche et Associés Ltée, 1984). Each year, the MANPR is frequented by 2 000 residents of Minganie and more than 27 000 visitors (Environnement Canada, 1992).

The immediate area affected by the Gordon C. Leitch oil spill extends from Pointe-aux-Morts to Grande Pointe, in Havre-Saint-Pierre, and includes some 10 islands of the MANPR (**Figure 1**).

2.2 Monitoring the Breeding Bird Populations

This monitoring program is carried out in order to determine the effects of the oil spill on the Common Eider, Black Guillemot, and Bald Eagle populations nesting within the Mingan Archipelago by comparing the number of birds on the islands sampled in 1999 with the numbers from previous studies.

2.2.1 Common Eiders

A census of Common Eider nests was completed on the selected islands both inside and outside the oil spill zone and compared with the 1998 inventory findings. Eight islands within the immediate contaminated area were selected (i.e., "test" islands). Using the same techniques as those used in 1998, the islands were inventoried from May 26 to May 28 1999, a time frame that corresponds to the period when incubation is most intense for Common Eider. A complete systematic nest count was carried out for four (4) relatively small islands (Cayes à Meck, île de la Pointe aux Morts, île à Calculot, and île aux Goélands). Nest counts, using 100-m by 32-m transects (n) were effected on four (4) large islands—Petite Romaine (n=3), île du Fantôme (n=9), île à Firmin (n=5), and Petite île au Marteau (n=7). For each island, nest density per transect was extrapolated for the potential Eider nesting area (Paradis, 1993; Chapdelaine, 1995; Roberge, 1998a, in prep.). The islands île du Wreck nord and île du Wreck sud were used as control. We assumed that the Eiders of those islands were negligibly affected by the oil spill considering their distance from the contaminated area. These islands were also subjected to a systematic count. Eider productivity was assessed for all islands by recording the clutch size to evaluate the reproductive success following the oil spill.

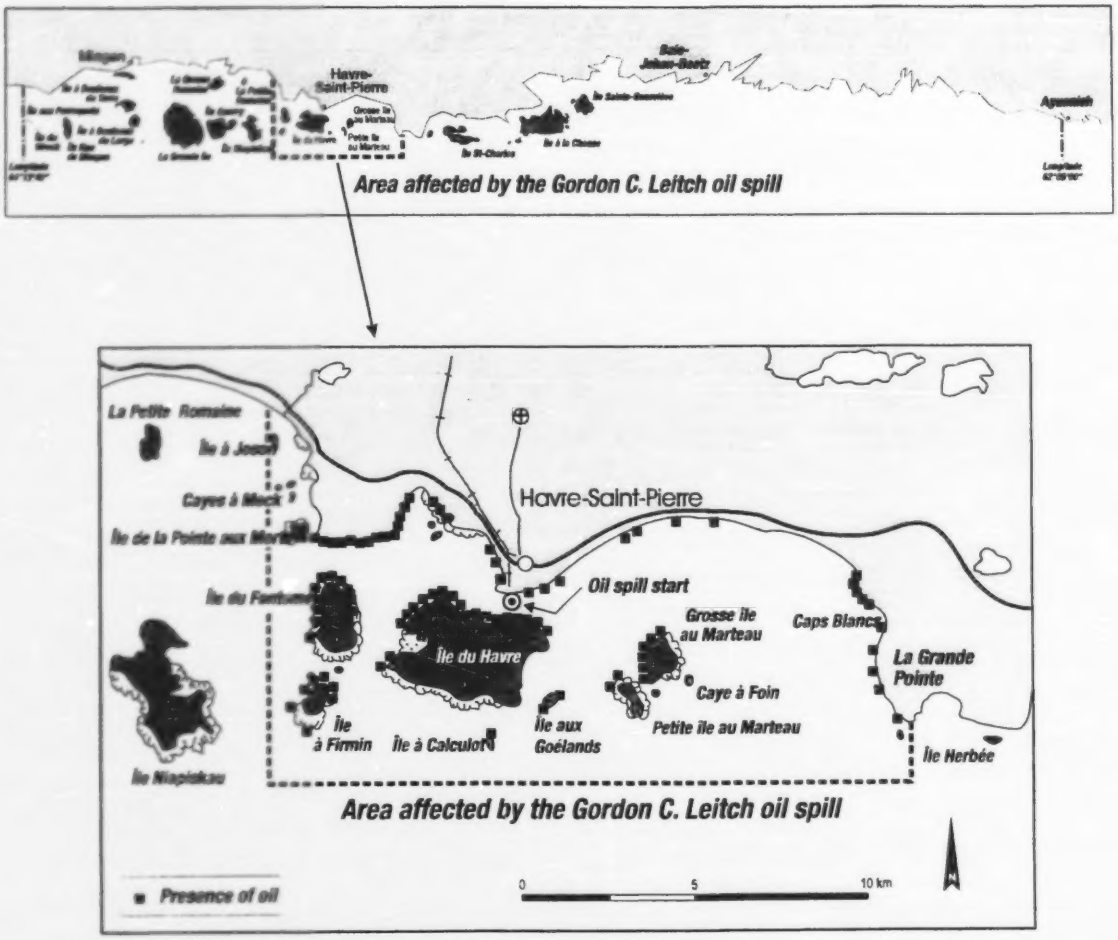


Figure 1 : The Mingan Archipelago National Park Reserve and the area affected by the Gordon C. Leitch oil spill at Havre-Saint-Pierre.

2.2.2 Black Guillemots

The Black Guillemot population was estimated by counting the number of birds in attendance (Cairns, 1979; Vaudry, 1995) at the colonies close to and away from the oil spill in order to compare them with the 1994 estimates. Three islands, which are hosts to a substantial number of Black Guillemots, were selected in the oil spill area—île du Fantôme, île du Havre, and Grosse île au Marteau. Two persons onboard a small boat, which would face the colonies, completed the census. Each week from May 9 to June 6, a series of three counts was carried out between 5h00 and 10h00 for a total of twelve (12) counts. According to Cairns (1979), a minimum of five (5) counts during the waiting period at the colonies for the Black Guillemot is required to obtain an estimated error of 19% (95% confidence interval). K value factors (K = number of nests/mean number of individuals waiting) were calculated for île du Fantôme (east) and île aux Perroquets. For these islands, hourly counts were carried out every hour between 5h00 and 10h00 each week, from May 9 to June 6. A mean K-value was calculated for these islands and used for all the colonies studied to determine the number of nesting pairs from the mean number of individuals counted. Île aux Perroquets was chosen as the control site. In fact, considering its distance from the oil spill, it is likely that the island was very little affected by it. A detailed description of the inventory technique is given in Cairns (1979).

2.2.3 Bald Eagles

An aerial census of Bald Eagle nests was carried out to estimate the number of individuals in the Mingan Archipelago, to assess the reproductive success, and to compare the results with those of 1998 (Roberge, 1998, in prep.). The one aerial census was completed on July 16, at the end of the nesting period, to accurately determine the success rate prior to fledging and to reduce the risks of disturbing this very sensitive species during its nesting period (Lessard, 1996; Brownell and Oldham, 1985). Three observers have surveyed the Mingan Archipelago territory onboard a Long Ranger helicopter flying at an altitude of 200 m and at an average speed of 110 km/h (Lessard, 1996; Fradette, 1998). A record of the data collected during the flight—nest location, the number of eggs, nestlings, etc.— was made.

2.2.4 Statistical Methods

The Wilcoxon signed rank test, a nonparametric test, was used to verify whether a differences existed in the number of Common Eider nests between 1998 (prior oil spill) and 1999 (after oil spill) for islands inside and outside the oil spill area. A permutation test (see Legendre and Legendre, 1998), which is a more accurate approach, was used to validate the results of the previous test. A similar statistical method was taken to see whether the variations in the number of Black Guillemot nests on the islands surveyed, before and after the oil spill (i.e., between 1994 and 1999), were comparable to those of the control islands. Clutch size comparison were carried out with a repeated-measures analysis of variance using the law of small numbers (Poisson distribution) as the theoretical distribution and taking into account the "test" and control islands in 1998 and in 1999 after the oil spill. Descriptive statistics were used for the Bald Eagles. The analyses were completed using the SAS software. The Mathematics and Statistics Department of Université Laval provided the statistical expertise.

3. RESULTS

3.1 Impacts on the Breeding Population of Common Eider

3.1.1 Number of Nests

The breeding population of Common Eiders in 1999 (after the oil spill) is compared with 1998 (before the oil spill) for the islands surveyed inside and outside the area contaminated by the Gordon C. Leitch in the Mingan Archipelago National Park Reserve (**Table I**).

For the islands inside the area directly affected, the Common Eider population dropped from 1861 in 1998 to 1707 pairs in 1999 (**Table I**). A high variation in the number of nest of Common Eider is observed among the islands and with respect to a given year. Some islands investigated experienced had an increase in the number of breeding Eider while others went through a decrease. Île à Firmin, island inside the contaminated area, showed the strongest decrease with a loss of 387 pairs. On the other hand, Petite île au Marteau saw its population increase by 183 pairs.

As for the control between islands located outside the oil spill area, the Eider population has remained stable in 1998 and 1999 (**Table I**). On île du Wreck nord, the population has remained constant. On île du Wreck sud, the number of breeding pairs is slightly lower in 1999 than in 1998. However, opportunistic observation suggested that gulls preyed Eider eggs on this island.

According to both the Wilcoxon (p=0,4320) and permutation (p=0,8889) tests, the differences in the number of Common Eider nests between 1998 and 1999 on the islands located within the contaminated area are not, on average, significantly different than those observed on the islands outside this zone. Consequently, the Gordon C. Leitch oil spill does not seem to have had impacts that led to a significant difference in the number of Common Eider.

3.1.2 Productivity

For Common Eider, the mean clutch size in 1999 was 4,23 eggs/nest in 1999 and was comparable to the 4,40 eggs/nest in 1998 for the islands surveyed inside the zone of the oil spill of the Mingan Archipelago (**Table II**). Similar clutch sizes (i.e., 4,26 eggs/nest) have previously been reported in the Mingan Archipelago, in 1988 (Paradis, 1993).

The 1999 mean clutch size (4,15 eggs/nest) of Common Eiders on the control islands located outside the area of the oil spill is similar to that of 1998 (4,11 eggs/nest) (**Table II**). On île du Wreck sud, the heavy predation on Eider eggs (23 nests in 1998, more than 25 nests and 160 eggs in 1999), probably by gulls, could have had an impact on the clutch size.

The differences in the mean clutch size observed between 1998 and 1999 in the islands inside the contaminated area are not significantly different, on average, than the ones surveyed outside this zone (p=0,1967). Furthermore, these differences between 1999 and 1998, on the whole, are not significant (p=0,4650), and that, for all islands surveyed (i.e., inside and outside the contaminated area). The oil spill does not seem to have had clear visible effects on the clutch size of Eider in Minganie. However, the assessment of the hatching success would have provided a better way to evaluate the reproductive success of Common Eiders following this marine incident.

Table I: Number of Cormon Eider (Somateria mollissima dresseri) nests in 1998 and 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve.

Islands	Pre-spill 1998 Number of nests	Post-spill 1999 Number of nests	Growth 1999 Number of nests
Islands inside the contaminated area			
Petite Romaine	90[1]	108[1]	18
Caye à Meck	19	11	-8
de la Pointe aux Morts	16	18	2
du Fantôme	563[1]	611[1]	48
à Firmin	859[1]	472[1]	-387
Petite île au Marteau	86[1]	269[1]	183
à Calculot	36	46	10
aux Goélands	192	172	-20
Total	**1 861**	**1 707**	**-154**
Islands outside the contaminated area			
du Wreck nord	84	85	1
du Wreck sud	270	250	-20
Total	**354**	**335**	**-19**

[1] Estimates obtained through the extrapolation of nest density in the transects.

Table II: Mean clutch size of Common Eider (*Somateria mollissima dresseri*) in 1998 and 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve.

Islands	Pre-spill 1998			Post-spill 1999		
	Number of nests (n)	Mean clutch size (eggs/nest)	SD	Number of nests (n)	Mean clutch size (eggs/nest)	SD
Islands inside the contaminated area						
Petite Romaine	5	4,6	0,89	6	4,33	0,52
Caye à Meck	15	3,4	1,76	9	4	1,22
de la Pointe aux Morts	16	4,81	1,38	18	4,06	1,11
du Fantôme	35	4,63	1,48	38	4,53	1,47
à Firmin	58	4,81	1,38	33	4,73	0,57
Petite Ile au Marteau	7	5,43	2,23	22	4,45	1,14
à Calculot	29	3,72	1,89	43	3,98	1,06
aux Goélands	176	4,32	1,28	172	4,14	1,38
Total	**341**	**4,40**	**1,45**	**341**	**4,23**	**1,26**
Islands outside the contaminated area						
du Wreck nord	84	4,39	1,05	85	4,32	1,14
du Wreck sud	247	4,01	1,16	222	4,09	1,09
Total	**331**	**4,11**	**1,15**	**307**	**4,15**	**1,11**

3.2 Impacts on the Breeding Population of Black Guillemots

3.2.1 Number of Nests

The population of Black Guillemots for all the islands surveyed (i.e., both inside and outside the contaminated area) in the Mingan Archipelago was estimated using the mean number of individuals in attendance at the colonies and the mean K value (number of nests/number of individuals) (**Table III**). The Black Guillemot population in 1999 is estimated at 54 breeding pairs. The mean K value (0,47) used the calculate the number of Black Guillemots in 1999 is the same as the one obtained in Vaudry's 1994 study (1995) on the Guillemots of the Mingan Archipelago.

The number of nests in 1999 and in the 1994 census are comparable to certain insular areas located inside or outside the zone contaminated by the spill (**Table IV**). Inside the immediate contaminated area, the Guillemot population has increased by more than 60%. The number of nests has gone from 32 to 54 between 1994 and 1999. Outside the oil spill area—on île aux Perroquets—the number of Black Guillemots has remained stable with 12 nests in both years.

According to the Wilcoxon (p=0,4364) and permutation (p=0,2857) tests, the effects of the oil spill on the Black Guillemot population are not visible since the differences observed in the number of nests between 1994 and 1999 on the islands inside the contaminated area are not, on average, significantly different from those noted on the islands outside this zone. Considering the difficulties to find the nest of this species, assessment of breeding performance is impracticable.

Table III: Mean number of Black Guillemots (*Cepphus grylle*) in attendance at each colony and the estimated number of nests, using a K value, in 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve.

Weeks of Surveys	Colonies							
	Outside the spill area		Inside the contaminated area					
	aux Perroquets		du Fantôme		du Havre	Grosse île au Marteau		
	Northwest	South	East	Southwest	Northeast	East	Northwest	Southwest
May 9	13	10	16	14	13	24	41	2
May 16	10	16	16	12	13	22	32	8
May 23	8	22	12	8	5	46	48	7
May 30	6	18	13	18	8	22	51	10
Mean	9,3	16,5	14,3	13,0	9,8	28,5	43,0	6,8
SD	3,0	5,0	2,1	4,2	3,9	11,7	8,4	3,4
K value	0,44	0,42	0,55	Mean K value = 0,47				
Estimated Number of Nests	4,4	7,8	6,7	6,1	4,6	13,4	20,2	3,2

[1] K value: Number of nests/mean number of individuals in attendance at the colony.

Table IV: Number of Black Guillemot (*Cepphus grylle*) nests in 1994 and 1999 on the islands located inside and outside the immediate area of the oil spill in the Mingan Archipelago National Park Reserve.

Colonies	Pre-spill 1994 Number of nests	Post-spill 1999 Number of nests	Growth 1999 Number of nests
Islands inside the contaminated area			
du Fantôme est	0	7	7
du Fantôme sud-ouest	6	6	0
du Havre nord-est	4	5	1
Grosse île au Marteau est	5	13	8
Grosse île au Marteau nord-ouest	14	20	6
Grosse île au Marteau sud-ouest	3	3	0
Total	**32**	**54**	**22**
Islands outside the contaminated area			
aux Perroquets nord-ouest and sud	12	12	0
Total	**12**	**12**	**0**

3.3 Impacts on the Breeding Population of Bald Eagles

3.3.1 Number of Nests

The number of active nests and adults sighted during the 1999 and 1998 Bald Eagle surveys in the Mingan Archipelago are presented in **Table V**.

The number of active Bald Eagle nests is similar in both years. The presence of two Bald Eagle nests observed in 1998 on île du Havre and Grande Île could not be ascertained in 1999. The difficulties associated with locating nests can, to some degree, provide explanations as to why some of them could not be spotted again (Fradette, 1998). Based on the work of Leighton and *al.* (1979) and Grier and *al.* (1981), the success rate of Bald Eagle nest surveys ranges between 76 and 85%, but the probabilities of detecting nests from an helicopter are certainly higher than 85%. The Bald Eagles nesting structures observed in 1998, on île du Havre (i.e., on the first census), could had been confused with Osprey nests. On Petite île Sainte-Geneviève confusion with Great Blue Heron nests, is also possible. It seems then reasonable to conclude that four (4) Bald Eagle nests were active in 1998. The higher number of adults and inactive nests that have been observed in 1999 is probably more indicative of the greater survey effort provided that year.

Table V: Number of active nests and adults observed during the 1998 and 1999 Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) surveys in the Mingan Archipelago National Park Reserve.

Islands	Pre-spill 1998		Post-spill 1999	
	Number of adults sighted	Number of active nests	Number of adults sighted	Number of active nests
Bouleaux de Terre (pyt-01) [1]	1	1	2	1
Grande île (pyt-02)	0	0	2	(1 inactive)
Quarry	1	0	0	0
du Havre	2	(1)?	1	0
du Havre (pyt-03)	0	0	0	(1 inactive)
du Havre (pyt-04)	0	0	0	(1 inactive)
St-Charles (pyt-05)	0	1	1	1
à la Chasse (pyt-06)	2	1	2	1
à la Chasse	0	0	1	0
Petite île Ste-Geneviève	1	(1)?	0	0
Ste-Geneviève (pyt-07)	0	1	1	1
Total	**7**	**4**	**10**	**4**

?: Unconfirmed nidification

[1] pyt: Identification of the nests in 1999.

3.3.2 Productivity

The content of active Bald Eagle nests of the Mingan Archipelago in 1998 and 1999 is given in **Table VI**.

Bald Eagle productivity cannot be compared for the years 1998 and 1999. Clutch size was not evaluated in 1998 because the census, which was included in the waterfowl survey, was completed before the raptor's nesting season. However, the mean productivity of Bald Eagles in 1999 is two (2) eaglets/nest. The clutch size for this species is generally two (2) eggs per nest (Lessard, 1996; Brownell and Oldham, 1985). The Gordon C. Leitch oil spill does not seem to have had noticeable impacts on the productivity of Bald Eagles in the Mingan region, in 1999.

Table VI: The content of active Bald Eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) nests in 1998 and 1999 in the Mingan Archipelago National Park Reserve.

Islands	Pre-spill 1998		Post-spill 1999	
	Number of active nests (n)	Content of active nests (young/nest)	Number of active nests (n)	Content of active nests (young/nest)
Bouleaux de Terre (pyt-01)	1	2	1	2
St-Charles (pyt-05)	1	nc	1	2
à la Chasse (pyt-06)	1	nc	1	2
Ste-Geneviève (pyt-07)	1	nc	1	2
Total	**4**	nc	**4**	**8**
Mean	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**2**

[1] pyt: Identification of nests in 1999.

nc : Unconfirmed number of nestlings due to the early period at which the census was carried out.

4. DISCUSSION

4.1 Impacts on the Breeding Population fo Common Eiders

The Gordon C. Leitch oil spill in Havre-Saint-Pierre had limited impacts on MANPR's breeding population of Common Eiders. The breeding population of Common Eiders inside the affected area experienced a slight reduction in numbers, from 1861 pairs in 1998 to 1707 pairs in 1999. On the other hand, the other population located outside the contaminated area has remained stable over that same time period. Over the last few years, the number of Common Eiders had been increasing in the Mingan Archipelago (Paradis, 1993) as well as in the Gulf of St.Lawrence (Chapdelaine, 1995). The conservation and education efforts as well as the creation of the Mingan Archipelago National Park Reserve have contributed to the considerable increase in the Common Eider population observed over the years (Chapdelaine and Brousseau, 1991; Munro, 1995).

The overall consequences of this oil spill on the breeding population of Common Eiders in the Mingan Archipelago is difficult to determine clearly. This population seems to have experienced a loss of 150 pairs (i.e., 300 birds) between 1998 and 1999 in the immediate area of the oil spill. Based on a catchability coefficient of 40 %, Lehoux and Bordage (1999) estimate that approximately 255 individuals of the breeding population of Eiders (*S.m. dresseri*) have perished because of the oil spill (**Table VII**). According to the results of this monitoring program, the differences in the number of Common Eider nests are however not significant for both the contaminated and uncontaminated Mingan islands for the 1998-1999 period. In addition, Common Eider productivity in the Mingan Archipelago does not seem to have been affected by the Gordon C. Leitch incident since the mean clutch size for the 1998 and 1999 periods is not significantly different from one another and that, for all islands, surveyed, (i.e., inside and outside the contaminated area). Natural factors (movements, meteorological conditions, predation, competition, etc.) and occasional variations in the sampling method (estimations, observers, etc.) could account for some of the minor changes observed in the breeding population of Common Eider between 1998 and 1999. It is then reasonable to conclude that the Gordon C. Leitch oil spill had no observable impacts on the breeding population of Common Eiders (*S. m. dresseri*) in Minganie.

The wintering of northern eider population (*S. m. borealis*) of the Mingan Archipelago was certainly the most affected by the oil spill. Of the 947 Eiders found dead, 786 (83%) were of the *borealis* subspecies and 161 birds (17%) were of the *dresseri* subspecies, which breed on the Lower North Shore (Lehoux and Bordage, 1999). This proportion (83%; 17%) appears reasonable considering the lenght of the wintering period of *borealis* in the region and their phenological migratory calendar. The arrival of breeding Eiders (*S.m. dresseri*) in the MANPR is around mid-April, a period which coincides with the departure of the wintering subspecies (*S. m. borealis*) to its nesting grounds along the coasts of Labrador and Ungava Bay (M.Guillemette, pers. comm. *in* Paradis, 1993).

According to the present study, the impacts of the Gordon C. Leitch oil spill on Mingan's breeding population of Common Eiders, presented in **Table VII**, could range between 161 (minimum mortality observed) and 725 (maximum mortality observed) individuals, which represents between 1,6 to 7,3% of the 5 000 pairs surveyed in the MANPR (Paradis, 1993; Roberge, 1998, in prep.). In addition, the effects of the contaminated mussel beds on the eider population of Minganie following the oil spill (Génivar, 1999) are not documented. Although Common Eiders are often the victims of oil spill, the population has the ability to recover through recruitment and immigration (Seip and *al.*, 1991). If a small fraction of the Mingan Eider population was indeed impacted by the oil spill, it should recover fairly rapidly.

4.2 Impacts on the Breeding Population of Black Guillemots

The impacts on the breeding population of Black Guillemots are indiscernible. The breeding population of Black Guillemots in the immediate contaminated area increased from 32 to 54 pairs between 1994 and 1999.The Black Guillemot population of the Mingan Archipelago was on the rise between 1978 to 1994 (Vaudry, 1995). This increase may be associated with the better protection in this area since the creation of the park and the abundance of food resources, although their local diet is unknown (Vaudry, 1995; Chapdelaine, 1995). The evaluation of the current population trend should however be taken with caution since the available Black Guillemot demographics are fragmentary. Variations in the Black Guillemot populations of Mingan could have taken place between 1994 and 1998. The last census carried out by the Canadian Wildlife Service indicated a decrease in the Black Guillemots population in the North-Shore sanctuaries of the Gulf of St.Lawrence between 1988 and 1993 (Chapdelaine, 1995). However, the increase in the number of Black Guillemots in the immediate area of the spill is substantial when compared to the 1994 data and would suggest that the impacts of the spill on this breeding population is negligible or nill.

Black Guillemots affected by the oil spill had winter plumage and were more likely mainly using this zone as a wintering ground. The winter distribution of Black Guillemots is poorly known. For instance, it is not clear whether the population from the south of Quebec winters in the Estuary and the Gulf of St.Lawrence or whether it migrates to the Atlantic coast (Cairns, 1995). Considering the current state of knowledge and the increase in numbers of the Black Guillemots in the contaminated area, we conclude that the oil spill, mainly affected the Black Guillemot wintering in the Mingan Archipelago or those breeding elsewhere on the Lower North Shore, the Labrador coast, and the Low Arctic.

According the Canadian Wildlife Service, an estimated 50 to 200 Black Guillemots died. These numbers correspond to 22 and 87 % of the 115 pairs of Black Guillemots of the Mingan Archipelago in 1994 (Lehoux and Bordage, 1999). This study suggests that the proportion of the local Black Guillemot population affected by the oil spill is probably less important (<22%), considering the increase recorded since 1994 and by the possible deaths on non-breeding guillemots that overwinter in Minganie (**Table VII**).

4.3 Impacts on the Breeding Population of Bald Eagles

The effects of the oil spill on the Bald Eagles population of the Mingan Archipelago are hard to demonstrate. Mingan's Bald Eagle population is not very abundant and the direct consequences of the oil spill on this species are very limited and therefore complicates impact analysis. Many aspects of the biology and ecology of the Bald Eagles are still poorly known in Québec (Lessard, 1996). Parks Canada is just starting to acquire knowledge through studies on the breeding of Bald Eagles in the Mingan Archipelago National Park Reserve (Roberge, 1998, in prep.).

No changes were observed in the Bald Eagles population of the Mingan Archipelago following the Gordon C. Leitch oil spill in Havre-Saint-Pierre in 1999. The number of confirmed active nests and adults sighted during the aerial survey in 1998 and 1999 are comparable. The demographic trend of the breeding population of Bald Eagles in Québec is most likely stable or increasing (Fradette, 1998). The mean Bald Eagles productivity was high in 1999 with two (2) eaglets/nest. Bald Eagles must produce a minimum of 0,7 eaglet/nest each year to maintain a viable population (Brownell and Oldham, 1985). We conclude that the 1999 breeding population of Bald Eagles in the Mingan Archipelago - with its fledging success of two (2) eaglets/nest- appears healthy in spite of the Gordon C. Leitch

oil spill.

The monitoring program cannot be used to determine whether the Bald Eagles affected by the spill were indeed part of the breeding population or winter residents of the Anticosti-Minganie complex. In Québec, the breeding activities of Bald Eagles begin in early April (Aquin, 1997; Lessard, 1996). The timeline for these activities roughly coincides with that of the Gordon C. Leitch oil spill. Furthermore, Bald Eagles winter locally in southern Québec, especially on Anticosti island, on the North Shore, and in the southwest of the Laurentian Mountains (David 1980a *in* Bird and Henderson, 1995; Lessard, 1996).

While three oil-covered Bald Eagles -two (2) adults and a juvenile- have been sighted, no mortality has been reported. Some Bald Eagles have been seen feeding on oil-covered Common Eider carcasses (Pers. obs., 1999; Piatt and *al.*, 190; Rodway and *al.*, 1989). The ingestion of oil by birds could lead to certain toxic effects (Lee and *al.*, 1985; Peakall and *al.*, 1987; Cavanaugh and *al.*, 1983), but this has not been determined in the Bald Eagles of the Mingan Archipelago.

The impacts of the Gordon C. Leitch oil spill on the Bald Eagle population of the Mingan Archipelago appear minor. However, as minor as these repercussions may seem, they could have had a significant impact on this small and vulnerable bird population of Québec. The loss of one breeding pair in Mingan could potentially be 25% of the total number of Bald Eagles in the Mingan Archipelago and 3% of Québec minimum population, estimated at 34 active pairs in 1987 (Fradette, 1998).

The Bald Eagle population of the Mingan Archipelago, which currently represents close to 12% of the total population of this species in Québec, is highly vulnerable and could be seriously affected by an oil spill. The 1989 *Exxon Valdez* oil spill has resulted in the death of 247 Bald Eagles in Alaska's Prince William Sound, which significantly lowered this population, a population is estimated at 2 000 individuals (Bowman and *al.*, 1993 in Bowman and *al.*, 1997). The population recovered only after six years (Bowman and *al.*, 1995). Consequently, protective measures have to be considered to safeguard the Bald Eagle population of the Mingan Archipelago and to mitigate the impacts of various anthropogenic pressures such as those resulting from this marine incident.

4.4 Impacts on the Breeding Bird Populations of the MANPR

According to the Canadian Wildlife Service, 1 000 to 4 000 birds have died because of this oil spill. This represent 1 to 4% of the total wintering bird population of the Gulf of St.Lawrence (Lehoux and Bordage, 1999). Based on our study, among these birds it could be 161 Common Eiders, less than 50 Black Guillemots, and possibly no Bald Eagles, breeding in the MANPR (**Table VII**). The other migratory birds reported to have been impacted by the oil spill are : one Common Merganser and five King Eiders. Observed oil-covered birds - gulls, ducks, etc. - are not considered here. Most highly conservative mortality estimates make use of a correction factor of four to five times the number of dead birds reported (Burger, 1993). The proportion of oil-covered birds can be influenced by several factors : bird density on the water, winds, currents, distance of the oil spill from the shore, number of people involved in the recovery program, number of scavengers, number of sunken or lost carcasses (Ford and *al.*, 1987; Page and *al.*, 1990 *in* Burger, 1993). Consequently, the potential number of birds that have died as a result of the oil spill in Mingan could vary between 211 and 777. This represents 0,4 to 1,6% of the total breeding seabird population in that area, estimated at 50 000 individuals (see Roberge, 1998b).

Table VII: Impacts of the Gordon C. Leitch oil spill on the breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve in 1999.

Species	Number of dead birds found [1]	Estimated mortality of the breeding birds of the MANPR according to Lehoux and Bordage 1999 [2]	Estimated mortality of the breeding birds of the MANPR according to the present monitoring program [3]
Common Eider (*Somateria mollissima*)	947 (*S.m. dresseri* 161) [5] (*S.m. borealis* 786)	min. 175 (2%)[4] prob. 255 (2,6%) max. 612 (6%)	min. 161 (1,6%) prob.< 300 (<3%) max. 725 (7,3%)
Black Guillemot (*Cepphus grylle*)	50	min. 50 (22%) prob. 70 (35%) max. 200 (87%)	min. < 50 (<22%) prob.< 50 (<22%) max. 50 (22%)
Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*)	0 (3 oil-covered birds)	min. 0 (0%) max. 2 (25%)	min. 0 (0%) max. 2 (25%)
Others	6 (5 King Eiders) (1 Common Merganser)	0	0
Total	1003	min. 225 (0,5%) prob. 325 (0,7%) max. 814 (0,6%)	min. 211 (0,4%) prob.<350 (0,7%) max. 777 (1,6%)

1 Total number of breeding or overwintering birds in Minganie.

2 Lehoux and Bordage (1999) calculate the minimum number of deaths (min.) using the number of dead birds collected ; the probable death toll (prob.), by applying a catchability coefficient of 40% to the number of dead birds; and the maximum number of deaths (max.) by multiplying the number of dead birds by a correction factor of 4.

3 This monitoring program calculates the minimum number of deaths (min.) using the number of dead birds found; the probable death toll (prob.) taking into account the results of this study; and the maximum number of deaths (max.) by multiplying the number of dead birds by a correction factor of 4,5 (Burger, 1993).

4 The percentages in the table take into account the estimated number of dead breeding birds with respect to the total number of breeding birds for a particular species in the park; 5 000 pairs of Common Eiders (Paradis, 1993; Roberge, 1998a, in prep.), 115 pairs of Black Guillemots, 4 pairs of Bald Eagles (Roberge, 1998, in prep.). As for the total, the breeding seabird population in the MANPR is estimated at 25 000 pairs (Roberge, 1998b).

5 The death toll involving the different Common Eider subspecies may include certain biases considering the difficulties associated with their identification.

5. RECOMMENDATIONS

Protective measures have to be considered to mitigate the environmental impacts of the Gordon C. Leitch, to prevent and minimize the effects of other marine incidents and to protect the breeding bird populations of the Mingan Archipelago.

Impact Mitigation Measures

Certain mitigation measures, such as the manipulation of the nesting habitats, can be used to increase bird populations following oil spills. The restoration of natural nesting grounds has been proposed for Common Eiders and Guillemots (Lawrence and Davies, 1993). The use of artificial nesting structures constitutes a likely avenue for Common Eider (Clark and *al.*, 1975), Guillemots (Lawrence and Davies, 1993), and Bald Eagles (Hunter and *al.*, 1997).These interesting methods should not to be prioritized here because the effect of the oil spill on the breeding bird populations of Mingan was limited. We assume they will recover within the next few years.

Monitoring Activities

Monitoring activities on the Bald Eagle, a threatened species in Quebec, should be carried out in order to increase our understanding of this animal and to develop effective protective measures against future marine incidents such as accidental oil spills. A medium-term (5 years) monitoring program on the breeding population of Bald Eagles and a study on the use of the nesting grounds should lead to a greater understanding of its ecology and better protective measure.

We agree that a research project on the Eider populations could be completed to assess more precisely the time of arrival and departure of the subspecies (*S. m. dresseri* and *S. m. borealis*) in Minganie.

Protective Measures

Protective measures could be considered to prevent and mitigate the injurious environmental effects of oil spills in the Mingan Archipelago. The authorities responsible for environmental emergencies and industrial representatives should discuss the possibility of establishing seasonal scenarios to assess the potential ecological ramifications of such incidents on the birds of the MANPR, to develop intervention strategies, and to evaluate the consequences and effectiveness of the mitigation programs.

Outreach Activities

The company responsible for the oil spill, Upper Lakes Group, would benefit from developing public outreach programs in order to increase general awareness of the mitigation measures as well as the monitoring activities needed to maintain a long-lasting positive image to the Mingan communities.

6. CONCLUSION

The Gordon C. Leitch oil spill does not seem to have caused apparent impacts on the reproductive potential of the breeding bird population of the Mingan Archipelago National Park Reserve.

The Common Eider population on the islands inside the contaminated area dropped from 1861 pairs in 1998 to 1707 pairs in 1999 following the oil spill but this downward trend is not statistically significant. Clutch size of Eider was not different between 1998 and 1999, either inside or outside the immediate area of the oil spill. The slight variations observed may be associated to various natural factors (natural movements, meteorological conditions, predation) or random variations in the sampling method (estimation, observers).

The breeding population of Black Guillemots on the Mingan islands was not significantly affected by the 1999 oil spill. The Black Guillemot population inside the contaminated was made up of 54 pairs in 1999 comparatively to 32 in 1994.

Mingan's breeding population of Bald Eagles appears stable in 1999 when compared to 1998 with four (4) breeding pairs producing eggs. The mean productivity of two (2) eaglets/nest, in 1999, suggests a healthy population, even after this marine incident.

According to this study, the Gordon C. Leitch oil spill resulted in the death of approximately 211 to 777 breeding birds, representing between 0,4 to 1,6% of the total number of seabirds in the Mingan Archipelago National Park Reserve.

The breeding bird populations of Mingan slightly affected by the oil spill should recover over the next few years. Appropriate measures must be considered however to prevent and mitigate the potential repercussions of possible marine incidents and to protect the avifauna of the Mingan Archipelago.

The conditions encountered during the Gordon C. Leitch oil spill reminded us of the complexity involved in the cleaning process as well as the sensitivity of the insular ecosystem of the Mingan islands. This oil spill of national importance and of great socio-economical and ecological repercussions should provide the authorities the tools and experience needed to develop timely seasonal scenarios for ecological incidences and strategies to avoid natural catastrophes for the welfare of human communities.

7. REFERENCES

AQUIN, P. 1997. Fiche-synthèse sur l'habitat du Pygargue à tête blanche (*Haliaeetusleucocephalus*). Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Direction de la faune et des habitats. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. 16 p.

BEAULIEU, H. 1993. Liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche. Québec. 107p.

BIRD, D.M. and D. HENDERSON. 1995. Pygargue à tête blanche, p. 364-367 *in* GAUTHIER, J. and Y. AUBRY (directed by). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux. Service canadien de la faune. Environnement Canada. Région du Québec. Montréal, xviii+1295 p.

BORDAGE, D., N. PLANTE, A. BOURGET, and S. PARADIS. 1998. Use of ratio estimators toestimate the size of Common Eider populations in winter. J. of Wildl. Manage. 62 (1):185-192.

BOURGET, A., P. DUPUIS and W. R. Whitman. 1986. Les eiders hivernant dans le golfe du Saint-Laurent: effectifs et distribution. *In* Les eiders au Canada, pp-94-99, A. Reed *Éditeur*. Série de rapport 47, Service canadien de la faune.

BOWMAN, T. D., P. F.SCHEMPF, and J. I. HODGES. 1997. Bald eagle population in Prince William Sound after the *Exxon Valdez* oil spill. J. Wildl. Manage. 61 (3): 962-967.

BOWMAN, T. D., P. F. SCHEMPF, and J. A. BERNATOWICZ. 1995. Bald eagle survival and population dynamics in Alaska after the *Exxon Valdez* oil spill. J. Wildl.Manage. 59 (2): 317-324.

BROWNELL, V. R. and M. J. OLDHAM. 1985. Status Report on the Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) in Canada. Ontario Ministry of Natural Resources. Wildlife Branch. Nongame Program. 58 p.

BURGER, A.E. 1993. Estimating the mortality of seabirds following oil spills: Effects of spill volume. Marine Pollution Bulletin 26 (3): 140-143.

CAIRNS, D. 1995. Guillemot à miroir, p.562-565 *in* GAUTHIER, J and Y. AUBRY (directed by). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux. Service canadien de la faune. Environnement Canada. Région du Québec. Montréal, xviii+1295 p.

CAIRNS. D. 1979. Censusing hole-nesting auks by visual counts. Bird-banding 50 (4): 358-364.

CAVANAUGH, K. P., A. R. GOLDSMITH, W. N. HOLMES, and B. K. FOLLETT. 1983. Effects of ingested petroleum on the plasma prolactin levels during incubation and on the breeding success of paired Mallard ducks. Arc. Environ. Contam. Toxicol. 132: 335-341.

CHAPDELAINE, G. 1995. Fourteenth census of seabird populations in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, 1993. Canadian-Field-Naturalist 109 (2): 220-226.

CHAPDELAINE, G. and P. BROUSSEAU. 1991. Thirteenth census of seabird populations in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, 1982-1988. Canadian Field-Naturalist 105 (1): 60-66.

CLARK, S. H., H. L. MENDALL, and W. SARBELLO. 1975. Use of artificial nest shelters in Eider management. Research on the Life Sciences 22(2): 1-15.

ENVIRONNEMENT CANADA. 1992. Plan de gestion. Réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan. Service des parcs. Service de la planification. 95 p + annexes.

EWINS. P. J. 1985. Colony attendance and censusing of Black Guillemots *Cepphus grylle* in Shetland. Bird Study 32: 176-185.

EWINS. P. J. and M. L. TASKER. 1985. The breeding distribution of Black Guillemots *Cepphus grylle* in Orkney and Shetland. Bird Study 32: 186-193.

FRADETTE, P. 1998. Inventaire de la population nicheuse du Pygargue à tête blanche au Québec. Rapport présenté par l'Association québécoise des groupes d'ornithologues à la direction de la faune et des habitats, Environnement et Faune Québec, Ministère des richesses naturelles, Fondation de la faune du Québec, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Société québécoise de protection des oiseaux. 43 p +annexes.

GÉNIVAR. 1999. Suivi de la contamination secteur coquillier Anse à Nadeau (N-19.2), Havre-Saint-Pierre. Rapport présenté au Ministère des Pêches et des Océans. 12 p + annexes.

GRIER, J. W., J. M. GERRARD, G. D. HAMILTON, and P. A. GRAY. 1981. Aerial visibility bias and survey techniques for nesting Bald Eagles in northwestern Ontario. J. Wildl. Manage. 45: 83-92.

HUNTER, P., N. A. MAHONY, P. J. EWINS, D. BAIRD, and M. FIELD. 1997. Artificial nesting platforms for Bald Eagles in southern Ontario, Canada. J. Raptor Res. 31(4) 321-326.

LAWRENCE, M.J. and S.L. DAVIES. 1993. Wildlife and wildlife habitat restoration and compensation in the event of an oil spill in the Beaufort Sea. Environmental Studies Research Funds. Report. 109.

LEE, Y.-Z., A. LEIGHTON, D. B. PEAKALL, R. J. NORSTROM, P. J. O'BRIEN, J. F. PAYNE, and A. D. RAHIMTULA. 1985. Effects of ingestion of Hibernia and Prudhoe Bay crude oils on hepatic and renal mixed function oxidase in nestling Herring Gulls (*Larus argentatus*). Environ. Research 36:248-255.

LEGENDRE, P. and L. LEGENDRE. 1998. Numerical Ecology: Second English Edition. Elsevier, New York.

LEHOUX, D. and D. BORDAGE. 1999. Bilan du déversement survenu à Havre-Saint-Pierre. (Préliminaire). Service canadien de la faune. Région du Québec.

LEIGHTON, F. A., J. M. GERRARD, P. GERRARD, and W. J. MAHER. 1979. An aerial census of Bald Eagle in Saskatchewan. J. Wildl. Manage. 43:61-69.

LESSARD, S. 1996. Rapport sur la situation du Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 73 p.

MUNRO, J. 1995. Eider à duvet, p.317-319 *in* GAUTHIER, J and Y. AUBRY (directed by). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux. Service canadien de la faune. Environnement Canada. Région du Québec. Montréal, xviii+1295 p.

PARADIS, S. 1993. Inventaire de la population nicheuse d'Eider à duvet (*Somateria mollissima* dresseri) de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 1988-89. Service canadien des parcs. Service de la conservation des ressources naturelles. District de Mingan. 104 p+ annexes.

PARCS CANADA and ROCHE et ASSOCIÉS LTÉE. 1984. Synthèse et analyse des connaissances relatives aux ressources de l'archipel de Mingan. Tome 1. Feuillet 1. Parcs Canada. Québec.

PEAKALL, D. B., D. A. JEFFREY, and D. BOERSMA. 1987. Mixed-function oxidase activity in seabirds and its relationship to oil pollution. Comp. Biochem. 88c (1): 151-154.

PIATT, J. F., C. J. LENSINK, W. BUTLER, M. KENDZIOREK, and D.R. NYSEWANDER. 1990. Immediate impact of the *Exxon Valdez* oil spill on marine birds. The Auk 107:387-397.

ROBERGE, B. 1998a. Méthodologie. Inventaire de la population nicheuse d'Eiders à duvet (*Somateria mollissima dresseri*) de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan - 1998. Parcs Canada, Service de la conservation des ressources naturelles, Unité de gestion de Mingan. 30 p +annexes.

ROBERGE, B. 1998b. Suivi des populations d'oiseaux marins à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan. La surveillance écologique dans les parcs nationaux du Québec. Poster présenté dans le cadre de la quatrième rencontre nationale sur les sciences. Le réseau d'évaluation et de surveillance écologique. Manoir Richelieu, Charlevoix. Parcs Canada, Service de la conservation des ressources naturelles, Unité de gestion de Mingan.4 p.

RODWAY, M. S., M. J. F. LEMON, J-P. L. SAVARD, and R. MCKELVEY.1989. Nestucca oil spill: Impact Assessment on avian populations and habitat. Technical Report Series. No. 68. Canadian Wildlife Service, Pacific and Yukon Region, British Colombia.

SEIP, K. L., E. SANDERSEN, F. MEHLUM, and J. RYSSDAL. 1991. Damages to seabirds from oil spills: comparing simulation results and vulnerability indexes. Ecological modelling 53: 39-59.

VAUDRY, R. 1995. Inventaire des Guillemots à miroir (*Cepphus grylle*) dans la réserve de parc national de l'Archipel de Mingan. 1994. Parcs Canada. Service de la conservation des ressources naturelles, District de Mingan. 17 p+ annexes.

Suivi des impacts du déversement de pétrole du Gordon C.Leitch sur les populations d'oiseaux nicheurs de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (Qc.), Canada.

Benoît Roberge et Gilles Chapdelaine

Région du Québec 2000
Service canadien de la faune
Direction de la conservation de l'environnement

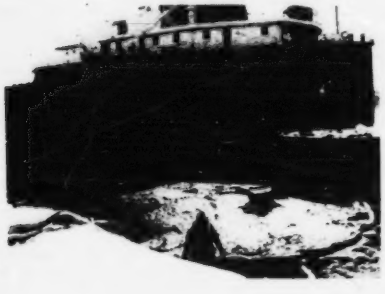
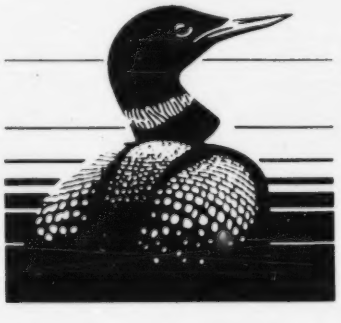


Photo: Nancy Dénommée/Parcs Canada

Photo: Suzie Malouin /Parcs Canada

Photo: Benoit Roberge/Parcs Canada



Série de rapports techniques Numéro 369

Environnement Canada — Environment Canada
Service canadien de la faune — Canadian Wildlife Service

Parcs Canada — Parks Canada

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

Cette série de rapports donnant des informations scientifiques et techniques sur les projets du Service canadien de la faune (SCF) a démarré en 1986. L'objet de ces rapports est de promouvoir la diffusion d'études s'adressant à un public restreint ou trop volumineuses pour paraître dans une revue scientifique ou l'une des séries du SCF.

Ordinairement, seuls les spécialistes des sujets traités demandent ces rapports techniques. Ces documents ne sont donc produits qu'à l'échelon régional et en quantités limitées; ils ne peuvent être obtenus qu'à l'adresse figurant au dos de la page titre. Cependant, leur numérotage est effectué à l'échelle nationale. La citation recommandée apparaît à la page titre.

Ces rapports se trouvent dans les bibliothèques du SCF et figurent aussi dans la liste de la Bibliothèque nationale du Canada utilisée dans les principales bibliothèques scientifiques du Canada. Ils sont publiés dans la langue officielle choisie par l'auteur en fonction du public visé, avec un résumé dans la deuxième langue officielle. **En vue de déterminer si la demande est suffisamment importante pour produire ces rapports dans la deuxième langue officielle, le SCF invite les usagers à lui indiquer leur langue officielle préférée. Il faut envoyer les demandes de rapports techniques dans la deuxième langue officielle à l'adresse indiquée au verso de la page titre.**

TECHNICAL REPORT SERIES CANADIAN WILDLIFE SERVICE

This series of reports, established in 1986, contains technical and scientific information from projects of the Canadian Wildlife Service. The reports are intended to make available material that either is of interest to a limited audience or is too extensive to be accommodated in scientific journals or in existing CWS series.

Demand for these Technical Reports is usually confined to specialists in the fields concerned. Consequently, they are produced regionally and in small quantities; they can be obtained only from the address given on the back of the title page. However, they are numbered nationally. The recommended citation appears on the title page.

Technical Reports are available in CWS libraries and are listed in the catalogue of the National Library of Canada in scientific libraries across Canada. They are printed in the official language chosen by the author to meet the language preference of the likely audience, with a résumé in the second official language. **To determine whether there is significant demand for making the reports available in the second official language, CWS invites users to specify their official language preference. Requests for Technical Reports in the second official language should be sent to the address on the back of the title page.**

Suivi des impacts du déversement de pétrole du Gordon C.Leitch sur les populations d'oiseaux nicheurs de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (Qc.), Canada.

Benoît ROBERGE[1] et Gilles CHAPDELAINE[2]

[1]Parcs Canada
Réserve de parc national
de l'Archipel-de-Mingan
1303, de la Digue
Havre-St-Pierre (Québec)
G0G 1P0

Environnement Canada
Service canadien de la faune
1141, route de l'Église
C.P. 10 100
Ste-Foy (Québec)
G1V 4H5

Adresses électroniques : benoit_roberge@pch.gc.ca

SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES NO 359
Région du Québec 2000
Service canadien de la faune

©Ministère des Approvisionnments et Services Canada
Numéro de catalogue CW69-5/359[E]
ISBN 0-662-29718-0

Citation recommandée :

Roberge, B. et G. Chapdelaine. 2000. Suivi des impacts du déversement de pétrole du Gordon C. Leitch sur les populations d'oiseaux nicheurs de la Réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (QC), Canada. Série de rapports techniques no 359, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, xi+ 21 p.

SUIVI DES IMPACTS DU DÉVERSEMENT DE PÉTROLE DU GORDON C.LEITCH SUR LES POPULATIONS D'OISEAUX NICHEURS DE LA RÉSERVE DE PARC NATIONAL DE L'ARCHIPEL-DE-MINGAN (Qc), CANADA

Parcs Canada
Unité de gestion de Mingan
Service de la conservation des
ressources naturelles - Mai 2000

AUTEURS

Benoît Roberge, biologiste	Garde de parc Responsable du programme de la gestion de la faune Unité de gestion de Mingan Parcs Canada
Gilles Chapedelaine, biologiste	Biologiste des oiseaux marins Région du Québec Service canadien de la faune

RÉVISION

Sylvain Paradis, biologiste	Spécialiste gestion de la faune Services professionnels et techniques Parcs Canada
Stéphane Marchand, ingénieur forestier	Garde en chef int. Unité de gestion de Mingan Parcs Canada
Denis Lehoux, biologiste	Biologiste aux habitats Région du Québec Service canadien de la faune

DACTYLOGRAPHIE

Caroline Boudreau	Commis Unité de gestion de Mingan

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES I
LISTE DES TABLEAUX II
LISTE DES FIGURES III
RÉSUMÉ IV
ABSTRACT V
REMERCIEMENTS VI

1. INTRODUCTION 1

2. MÉTHODES 2

2.1 Aire d'étude 2

2.2 Suivi des populations d'oiseaux nicheurs 2
2.2.1 Eiders à duvet 2
2.2.2 Guillemots à miroir 4
2.2.3 Pygargues à tête blanche 4
2.2.4 Traitement statistique 4

3. RÉSULTATS 5

3.1 Impacts sur la population d'Eiders à duvet nicheurs 5
3.1.1 Nombre de nids 5
3.1.2 Productivité 5

3.2 Impacts sur la population de Guillemots à miroir nicheurs 7
3.2.1 Nombre de nids 7

3.3 Impacts sur la population de Pygargues à tête blanche nicheurs ... 9
3.3.1 Nombre de nids 9
3.3.2 Productivité 10

4. DISCUSSION 11

4.1 Impacts sur la population d'Eiders à duvet nicheurs 11

4.2 Impacts sur la population de Guillemots à miroir nicheurs 12

4.3 Impacts sur la population de Pygargues à tête blanche nicheurs ... 12

4.4 Impacts sur les populations d'oiseaux nicheurs de la RPNAM 13

5. RECOMMANDATIONS 15

6. CONCLUSION 16

7. RÉFÉRENCES 17

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I : Nombre de nids d'Eiders à duvet (*Somateria mollissima dresseri*) en 1998 et en 1999 sur des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 6

TABLEAU II : Taille moyenne des couvées d'Eiders à duvet (*Somateria mollissima dresseri*) en 1998 et en 1999 sur des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 6

TABLEAU III : Nombre moyen de Guillemots à miroir (*Cepphus grylle*) en attente devant chacune des colonies et estimation du nombre de nids à l'aide du facteur K en 1999 dans des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 8

TABLEAU IV : Nombre de nids de Guillemots à miroir (*Cepphus grylle*) en 1994 et en 1999 sur des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 9

TABLEAU V : Nombre de nids actifs et d'adultes vus lors des inventaires de Pygargues à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) en 1998 et en 1999 à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 10

TABLEAU VI : Contenu des nids actifs de Pygargues à tête *blanche (Haliaeetus leucocephalus*) en 1998 et en 1999 à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 10

TABLEAU VII : Impacts du déversement pétrolier du Gordon C. Leitch sur les populations d'oiseaux nicheurs à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan en 1999 14

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : Territoire de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan et secteur du déversement du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre..... 3

RÉSUMÉ

Un programme de suivi a été initié par Parcs Canada et le Service canadien de la faune pour évaluer les impacts du déversement pétrolier du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre en 1999 sur les populations d'oiseaux nicheurs de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (golfe Saint-Laurent (Qc.), Canada). Trois espèces d'oiseaux nicheurs en Minganie ont été étudiées soit : l'Eider à duvet (*Somateria mollissima*), le Guillemot à miroir (*Cepphus grylle*) et le Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*). Les inventaires réalisés visaient à comparer les niveaux de ces populations d'oiseaux sur des îles sélectionnées à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de contamination avant et après ce déversement. Le déversement de pétrole du Gordon C. Leitch ne semble pas avoir entraîné d'impacts observables au niveau de la reproduction de ces populations d'oiseaux nicheurs dans l'archipel de Mingan. La population nicheuse d'Eiders à duvet en Minganie sur des îles situées dans la zone de contamination est passée de 1861 couples en 1998 à 1707 couples en 1999 suite au déversement. Les différences du nombre de nids d'eiders pour les îles étudiées et des îles témoins avant et après le déversement ne sont pas significatives. La productivité des eiders dans l'archipel de Mingan ne diffère pas non plus significativement entre 1998 et 1999. Les légères variations entre 1998 et 1999 peuvent êtres associées à des facteurs naturels ou des fluctuations d'échantillonnage. La population de Guillemots à miroir qui niche sur les îles Mingan ne présente pas d'effets détectables suite au déversement. Dans les îles affectées par la contamination d'hydrocarbures, la population de guillemots affiche une augmentation de 60% soit de 32 couples en 1994 à 54 couples en 1999. La population de Pygargues à tête blanche dans l'archipel de Mingan semble stable avec quatre (4) couples nicheurs en 1998 et 1999. La productivité moyenne des pygargues en 1999, avec deux (2) aiglons/nid, indique à première vue une population en bon état de santé. Dans l'ensemble, le déversement du Gordon C. Leitch a pu occasionner une mortalité estimée entre 211 et 777 oiseaux nicheurs soit des impacts possibles représentant de 0,4 % à 1,6 % de l'effectif total des oiseaux marins nicheurs en Minganie. Des mesures de protection sont recommandées pour compenser les effets occasionnés par le déversement et pour prévenir et limiter les effets d'éventuels incidents maritimes.

ABSTRACT

A monitoring program has been undertaken by Parks Canada and the Canadian Wildlife Service to evaluate the impacts of the Gordon C. Leitch oil spill, in Havre-Saint-Pierre in 1999, on the breeding bird populations of the Mingan Archipelago National Park Reserve (Gulf of St. Lawrence (QC), Canada). The three breeding bird species studied are the Common Eider (*Somateria mollissima*), the Black Guillemot (*Cepphus grylle*), and the Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). The surveys were completed to provide a means of comparing the status of these bird populations on islands located inside and outside the contaminated area, both before and after the oil spill. The Gordon C. Leitch oil spill does not seem to have brought on noticeable impacts on the reproductive potential of the breeding bird populations of Minganie. The breeding population of Common Eiders on the islands located within the contaminated area has decreased from 1861 pairs in 1998 to 1707 in 1999 following the oil spill. The differences in the number of Eider nests on the islands surveyed ("test" and control islands), both before and after the oil spill, are not significant. Common Eider productivity in the Mingan Archipelago did not significantly differ between 1998 and 1999. The slight variability observed between 1998 and 1999 may result from natural processes or variations in the sampling method. The breeding Black Guillemot population of the Mingan islands does not seem to be visibly affected by the oil spill. On the islands that were contaminated with hydrocarbons, the Guillemot population has increased by 60% that is, from 32 pairs in 1994 to 54 pairs in 1999. The Bald Eagle population in the Mingan Archipelago seems stable, with four (4) nesting pairs in both 1998 and 1999. In 1999, the mean productivity of Bald Eagles, with two (2) eaglets/nest, suggests a healthy population. All in all, the Gordon C. Leitch oil spill may have caused the death of an estimated 211 to 777 breeding birds or 0,4 to 1,6% of the total number of breeding seabirds in the Mingan area. Protective measures are recommended in order to mitigate the effects resulting from the oil spill and to prevent as well as limit the impacts of such incidents.

REMERCIEMENTS

De sincères remerciements s'adressent à tous ceux qui ont participé à cette étude. M. Gilles Chapdelaine et M. Réal Vaudry ont collaboré à l'élaboration du programme de suivi. Mme Hélène Senneville a fourni une précieuse assistance technique pour l'organisation et la réalisation des travaux de terrain. L'équipe du service de la Conservation de l'unité de gestion de Mingan a participé aux inventaires d'eiders et de guillemots soit: Charles Kavanagh, Stéfanie Larouche-Boutin, Suzie Malouin, Éric Guay, Stéphane Marchand, Placide Boudreau, Nancy Dénommée et Caroline Boudreau. M. Pierre Fradette et Charles Kavanagh ont collaboré à l'inventaire aérien de pygargues. M. Gaétan Daigle du département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval a fourni l'expertise statistique. M. Denis Lehoux du Service canadien de la faune ainsi que Sylvain Paradis et Stéphane Marchand de Parcs Canada ont fait la révision du document. M. Robert Saint-Laurent a effectué la traduction pour la version anglaise. La compagnie responsable du déversement, Upper Lakes Group, a financé ce programme de suivi.

1. INTRODUCTION

Dans la nuit du 23 mars 1999, le minéralier Gordon C. Leitch heurte accidentellement le quai de la compagnie QIT - Fer et Titane situé à Havre-Saint-Pierre et laisse échapper 49 tonnes de Bunker C dans les eaux du golfe Saint-Laurent (Qc, Canada). Les conditions adverses amènent le mazout à se concentrer vers l'ouest sur les rives de la Pointe-aux-Morts et de l'Anse à Nadeau. Une partie du pétrole dérive plus tard vers le sud et atteint une dizaine d'îles de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (RPNAM). Dans les jours suivants, ce déversement entraîne la mort de plus d'un millier (1003) d'oiseaux marins et devient un des cas majeurs de mortalité d'oiseaux par les hydrocarbures au Canada (D.Lehoux, comm.pers., Service canadien de la faune, 1999).

Trois espèces d'oiseaux hivernant en Minganie soit l'Eider à duvet (*Somateria mollissima*), le Guillemot à miroir (*Cepphus grylle*) et le Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) ont particulièrement été atteintes par ce déversement pétrolier et ont soulevé des préoccupations quant à la conservation de ces populations d'oiseaux nicheurs dans l'archipel de Mingan.

Le déversement du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre a principalement affecté plus de 947 Eiders à duvet (*Somateria mollissima borealis*) hivernant dans le golfe Saint-Laurent (Lehoux et Bordage, 1999) sur une population totale estimée approximativement à 100 000 (Bordage et *al.*, 1998; Bourget et *al.*, 1986). Cependant, la population nicheuse d'Eiders à duvet en Minganie (*Somateria mollissima dresseri*), estimée à plus de 5000 couples (Paradis, 1993; Roberge, 1998a, en prép.), pourrait bien aussi être atteinte à certains degrés. Parcs Canada, le Service canadien de la faune, les communautés de Havre-Saint-Pierre et des Montagnais de Mingan se sont montré très préoccupés de l'état de cette importante population d'eiders en Minganie qui fait l'objet de chasse sportive et traditionnelle. Le Guillemot à miroir fut la seconde espèce la plus touchée par le déversement avec plus de 50 individus souillés (Lehoux et Bordage, 1999). Cet oiseau vulnérable à la pollution par les déversements d'hydrocarbures (Cairns, 1995; Ewins, 1985; Ewins et Tasker, 1985) est peu abondant dans l'archipel de Mingan avec 115 couples nicheurs en 1994 (Vaudry, 1995). Le Pygargue à tête blanche a aussi été atteint par le déversement, trois (3) individus souillés ont été observés. Le Pygargue à tête blanche est une espèce susceptible d'être désignée vulnérable ou menacée sous la législation provinciale (Beaulieu, 1993). Sa rareté, dans les limites de l'archipel de Mingan, soit six (6) nids actifs potentiels en 1998 (Roberge, 1998, en prép.), laisse craindre une perte potentielle de couples nicheurs.

Suite au déversement du Gordon C. Leitch, un programme de suivi, subventionné par la compagnie responsable (Upper Lakes Group), a été initié par Parcs Canada et le Service canadien de la faune afin d'évaluer les impacts sur ces trois populations d'oiseaux nicheurs dans la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

2. MÉTHODES

2.1 Aire d'étude

La réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (RPNAM) est une aire naturelle protégée par Parcs Canada depuis 1984. Elle s'étend entre les villages de Longue-Pointe-de-Mingan et d'Aguanish au large de la Moyenne-Côte-Nord du golfe Saint-Laurent (**Figure 1**). Ce territoire couvre une superficie de 106 km^2. Dans sa partie ouest, une quarantaine d'îles calcaires > 0,1 ha caractérise l'archipel de Mingan. Dans sa partie est, plus de 800 îles et îlots granitiques occupent le reste du territoire. La RPNAM se distingue notamment par son climat maritime tempéré, sa géologie unique, sa végétation arctique-alpine et son abondante avifaune marine (Parcs Canada et Roche et Associés Ltée, 1984; Environnement Canada, 1992). Les populations d'oiseaux marins de la RPNAM sont caractérisées par 12 espèces et plus de 25 000 couples nicheurs et comptent notamment les plus importantes populations d'Eiders à duvet *(Somateria mollissima dresseri)* et de Sternes pierregarins et arctiques (*Sterna hirundo et S. paradisaea*) du golfe Saint-Laurent (Roberge, 1998b). Au printemps et à l'automne, plus de 50 espèces de canards et d'oiseaux de rivage forment des rassemblements importants autour des îles Mingan (Parcs Canada et Roche et Associés Ltée, 1984). La RPNAM est fréquentée annuellement par près de 2000 résidents de la Minganie et plus de 27 000 visiteurs (Environnement Canada, 1992).

Le secteur immédiat affecté par le déversement du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre en 1999 s'étend entre la Pointe aux Morts et la Grande Pointe à Havre Saint-Pierre et comprend une dizaine d'îles de la RPNAM (**Figure 1**).

2.2 Suivi des populations d'oiseaux nicheurs

Le suivi des populations d'oiseaux nicheurs a comme but de déterminer les effets du déversement de pétrole sur les populations d'Eiders à duvet, de Guillemots à miroir et de Pygargues à tête blanche nichant dans l'archipel de Mingan en comparant les niveaux de populations sur des îles sélectionnées en 1999 avec les études antérieures.

2.2.1 Eiders à duvet

Un inventaire des nids d'eiders a été réalisé sur des îles sélectionnées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur du déversement et a été comparé avec les résultats d'inventaire de 1998. Huit îles ont été sélectionnées dans la zone immédiate de contamination (îles expérimentales). Ces îles furent inventoriées du 26 au 28 mai 1999 à la période d'incubation maximale des eiders et avec les mêmes techniques qu'en 1998. Le dénombrement systématique complet des nids a été réalisé pour quatre (4) îles de petite superficie (Cayes à Meck, l'île de la Pointe aux Morts, l'île à Calculot et l'île aux Goélands). Le dénombrement des nids dans des transects (n) de 100 m de long par 32 m de large fut effectué pour quatre (4) îles de grande superficie: la Petite Romaine (n=3), l'île du Fantôme (n=9), l'île à Firmin (n=5) et la Petite île au Marteau (n=7). La densité de nids par transect a été extrapolée pour la superficie potentielle de nidification des eiders pour chaque île (Paradis, 1993; Chapdelaine, 1995; Roberge, 1998a, en prép.). Les îles du Wreck nord et sud ont été choisies comme îles témoins. Nous avons assumé que les eiders sur ces îles ont été peu influencés par le déversement vu l'éloignement de la zone de contamination. Ces îles ont également été dénombrées systématiquement. La productivité des eiders a été déterminée pour toutes les îles en comptabilisant le nombre d'oeufs par nid pour évaluer leur succès de reproduction suite au déversement.

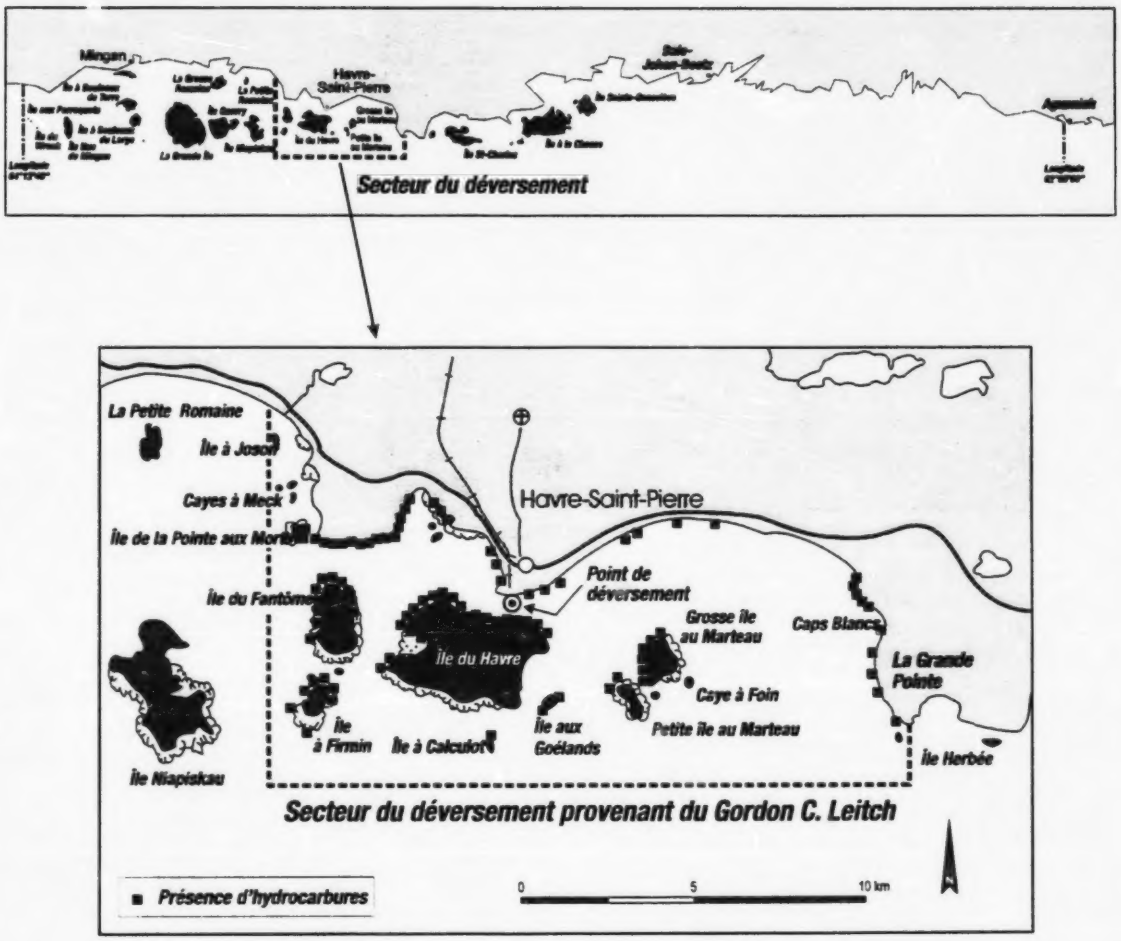


Figure 1 : Territoire de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan et secteur du déversement du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre.

2.2.2 Guillemots à miroir

La population de guillemots a été évaluée en dénombrant le nombre d'oiseaux en attente (Cairns, 1979; Vaudry, 1995) dans des colonies près et éloignées de la zone du déversement pour les comparer avec les estimés de 1994. Trois îles supportant un nombre substantiel de guillemots sur les 15 colonies de l'archipel de Mingan furent sélectionnées dans la zone du déversement soit l'île du Fantôme, l'île du Havre et la Grosse île au Marteau. Les décomptes ont été réalisés par deux recenseurs à partir d'une embarcation face aux colonies. Une série de trois décomptes a été effectuée entre 5 h et 10 h à chaque semaine du 9 mai au 6 juin pour un total de 12 décomptes. Un minimum de cinq (5) décomptes sont suggérés par Cairns (1979) durant la période d'attente des guillemots aux colonies pour obtenir une erreur estimée à 19 % (intervalle de confiance 95 %). Des facteurs de correction K (K=nombre de nids/nombre moyen d'individus en attente) ont été déterminés pour l'île du Fantôme (est) et l'île aux Perroquets. Pour ces îles, des décomptes ont été faits à toutes les heures entre 5 h et 10 h à raison d'une fois par semaine du 9 mai au 6 juin. Un facteur K moyen a été calculé pour ces îles et fut appliqué à toutes les colonies étudiées afin de déterminer le nombre de couples nicheurs à partir du nombre moyen d'individus dénombrés. L'île aux Perroquets a été choisie comme île témoin en considérant que cette étendue insulaire a été peu influencée par le déversement de pétrole vu son éloignement. Les modalités de la technique d'inventaire sont données par Cairns (1979).

2.2.3 Pygargues à tête blanche

Un inventaire aérien des nids de pygargues a été effectué dans le but d'estimer la population dans l'archipel de Mingan, d'évaluer leur succès de reproduction et de les comparer aux résultats de 1998 (Roberge, 1998, en prép.). Un seul survol a été fait le 16 juillet, soit à la fin de la période estimée d'élevage des jeunes, afin de déterminer précisément le succès avant l'envol des jeunes et de réduire les risques de perturber cette espèce très sensible au dérangement en période de nidification (Lessard, 1996; Brownell et Oldham, 1985). Trois observateurs ont survolé le territoire de l'archipel de Mingan à bord d'un hélicoptère Long Ranger volant à 200 m d'altitude et à une vitesse moyenne de 110 km/hr (Lessard, 1996; Fradette, 1998). Au cours du survol, plusieurs données furent consignées telles la localisation du nid, le nombre d'oeufs, de jeunes, etc.

2.2.4 Traitement statistique

Le test non paramétrique de Wilcoxon a été utilisé pour évaluer si les différences dans le nombre de nids de la population d'Eiders à duvet entre 1998 (pré-déversement) et 1999 (post-déversement) sur les îles à l'intérieur de la zone de déversement sont en moyenne comparables à celles sur les îles à l'extérieur de cette zone. Un test de permutation (voir Legendre et Legendre, 1998) utilisant une approche plus exacte a permis de valider les résultats au test précédent. Un traitement statistique similaire fut appliqué pour vérifier si les variations dans le nombre de nids de la population de Guillemots à miroir avant et après le déversement, soit entre 1994 et 1999, sur les îles expérimentales étaient comparables à celles des îles témoins. La comparaison de la taille moyenne des couvées d'Eiders à duvet a été faite avec une analyse de la variance à mesures répétées utilisant une distribution de Poisson comme loi de probabilité et considérant les îles expérimentales et témoins en 1998 et 1999 après le déversement. Des statistiques descriptives furent employées pour les Pygargues à tête blanche. Les analyses furent réalisées avec le logiciel SAS. Le département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval a fourni l'expertise statistique.

3. RÉSULTATS

3.1 Impacts sur la population d'Eiders à duvet nicheurs

3.1.1 Nombre de nids

La population d'Eiders à duvet nicheurs en 1999 (après le déversement) est comparée avec 1998 (avant le déversement) pour des îles sélectionnées à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de contamination de mazout du Gordon C. Leitch dans la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (**Tableau I**).

Pour les îles à l'intérieur de la zone du déversement, la population d'Eiders à duvet a connu une légère diminution de 154 couples passant de 1861 couples en 1998 à 1707 couples en 1999 (**Tableau I**). Une grande variation dans les nombres de nids s'observe selon les îles et les années considérées. L'île à Firmin, située à l'intérieur de la zone contaminée, affiche une baisse marquée du nombre de nids d'eiders en 1999 soit une diminution d'environ 387 couples. La Petite île au Marteau présente par ailleurs une augmentation possible de 183 couples.

Pour les îles témoins situées à l'extérieur du secteur du déversement, la population d'eiders est stable entre 1998 et 1999 (**Tableau I**). À l'île du Wreck nord, la population est au même niveau entre 1999 et 1998. Sur l'île du Wreck sud, le nombre de couples nicheurs d'Eiders à duvet en 1999 s'avère un peu moins élevé qu'en 1998. Cependant, selon les observations, elle présentait un important taux de prédation d'oeufs par les goélands.

Les différences du nombre de nids d'eiders entre 1998 et 1999 sur les îles à l'intérieur de la zone de contamination ne sont pas significativement différentes en moyenne de celles sur les îles à l'extérieur de cette zone selon le test de Wilcoxon ($p=0,4320$) et le test de permutation ($p=0,8889$). Le déversement du Gordon C. Leitch ne semble donc pas avoir occasionné des impacts entraînant une différence significative dans les nombres d'Eiders à duvet en Minganie.

3.1.2 Productivité

La taille moyenne des couvées d'Eiders à duvet en 1999 était de 4,23 oeufs/nid en 1999 et s'avère comparable à la valeur de 4,40 oeufs/nid en 1998 pour les îles échantillonnées à l'intérieur de la zone du déversement dans l'archipel de Mingan (**Tableau II**). Des tailles de couvées semblables à celles de 1999 et 1998 étaient rapportées dans l'archipel de Mingan, soit une moyenne de 4,26 oeufs/nid en 1988 (Paradis, 1993).

La taille moyenne des couvées d'Eiders à duvet sur les îles témoins situées à l'extérieur du déversement est semblable en 1999 (4,15 oeufs/nid) comparativement à 1998 (4,11 oeufs/nid) (**Tableau II**). Sur l'île du Wreck sud, la forte prédation des oeufs d'eiders (23 nids en 1998, plus de 25 nids et 160 oeufs d'eiders en 1999) occasionnée probablement par les goélands peut avoir influencé la taille des couvées.

Les différences dans la taille moyenne des couvées d'eiders à duvet entre 1999 et 1998 pour les îles à l'intérieur de la zone de contamination de mazout ne sont pas significativement différentes en moyenne de celles pour les îles à l'extérieur de cette zone ($p=0,1967$). De plus, dans l'ensemble, ces différences entre 1999 et 1998 ne sont pas significatives ($p=0,4650$), et ce tant pour les îles à l'intérieur que pour les îles à l'extérieur de la zone de contamination. Le déversement d'hydrocarbures ne semble donc pas avoir eu d'effets notables sur la taille des couvées d'eiders en Minganie. Toutefois, l'évaluation du succès d'éclosion des oeufs aurait

permis de mieux juger du succès de reproduction des eiders suite à cet incident maritime.

Tableau I : Nombre de nids d'Eiders à duvet nicheurs (*Somateria mollissima dresseri*) en 1998 et en 1999 sur des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

Îles	Pré-déversement 1998 Nombre de nids	Post-déversement 1999 Nombre de nids	Croissance 1999 Nombre de nids
Îles à l'intérieur du secteur du déversement			
Petite Romaine	90[1]	108[1]	18
Caye à Meck	19	11	-8
de la Pointe aux Morts	16	18	2
du Fantôme	563[1]	611[1]	48
à Firmin	859[1]	472[1]	-387
Petite île au Marteau	86[1]	269[1]	183
à Calculot	36	46	10
aux Goélands	192	172	-20
Total	**1 861**	**1 707**	**-154**
Îles à l'extérieur du secteur du déversement			
du Wreck nord	84	85	1
du Wreck sud	270	250	-20
Total	**354**	**335**	**-19**

[1] Estimé obtenu par extrapolation de densité de nids dans des transects.

Tableau II: Taille moyenne des couvées d'Eiders à duvet (*Somateria mollissima dresseri*) en 1998 et en 1999 sur des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

Écart-type	Pré-déversement 1998			Post-déversement 1999		
	Nombre de nids (n)	Taille moyenne des couvées (oeufs/nid)	Écart-type	Nombre de nids (n)	Taille moyenne des couvées (oeufs/nid)	Écart-type
Îles à l'intérieur du secteur du déversement						
Petite Romaine	5	4,6	0,89	6	4,33	0,52
Caye à Meck	15	3,4	1,76	9	4	1,22
de la Pointe aux Morts	16	4,81	1,38	18	4,06	1,11
du Fantôme	35	4,63	1,48	38	4,53	1,47
à Firmin	58	4,81	1,38	33	4,73	0,57
Petite île au Marteau	7	5,43	2,23	22	4,45	1,14
à Calculot	29	3,72	1,89	43	3,98	1,06
aux Goélands	176	4,32	1,28	172	4,14	1,38
Total	**341**	**4,40**	**1,45**	**341**	**4,23**	**1,26**
Îles à l'extérieur du secteur du déversement						
du Wreck nord	84	4,39	1,05	85	4,32	1,14
du Wreck sud	247	4,01	1,16	222	4,09	1,09
Total	**331**	**4,11**	**1,15**	**307**	**4,15**	**1,11**

3.2 Impacts sur la population de Guillemots à miroir nicheurs

3.2.1 Nombre de nids

La population de Guillemots à miroir pour des îles sélectionnées à l'intérieur et à l'extérieur de la zone du déversement dans l'archipel de Mingan a été évaluée en déterminant le nombre moyen d'individus en attente aux colonies et le facteur K moyen (nombre de nids/nombre d'individus) (**Tableau III**). La population de Guillemots à miroir est estimée à 54 couples nicheurs en 1999. Le facteur K moyen obtenu de 0,47 pour déterminer les populations de guillemots en 1999 est le même que Vaudry (1995) pour son étude sur les guillemots dans l'archipel de Mingan en 1994.

Les nombres de nids de guillemots en 1999 et ceux du dernier inventaire de 1994 sont comparés pour certaines étendues insulaires situées ou non dans le secteur de contamination du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre (**Tableau IV**). Dans le secteur immédiat de contamination, la population de guillemots a augmenté de plus de 60 %. Le nombre de nids de guillemots est passé de 32 à 54 entre 1994 et 1999. Hors du secteur du déversement, sur l'île aux Perroquets, l'effectif de Guillemots à miroir est demeuré stable avec 12 nids pour ces deux années.

Selon le test Wilcoxon (p=0,4364) et le test de permutation (p=0,2857), les effets du déversement de pétrole sur la population de Guillemots à miroir ne sont pas manifestes car les différences au niveau du nombre de nids entre 1994 et 1999 sur les îles à l'intérieur de la zone de contamination ne sont pas significativement différentes en moyenne de celles sur les îles à l'extérieur de cette zone. L'évaluation de la productivité n'a pas été réalisée dans le cadre de cette étude étant donné la difficulté de dénombrer les nids de cette espèce.

Tableau III: Nombre moyen de Guillemots à miroir (*Cepphus grylle*) en attente devant chacune des colonies et estimation du nombre de nids à l'aide du facteur K[1] en 1999 dans des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

Semaines des relevés	Colonies							
	Extérieur du secteur du déversement		Intérieur du secteur du déversement					
	aux Perroquets		du Fantôme		du Havre	Grosse île au Marteau		
	Nord-ouest	Sud	Est	Sud-ouest	Nord-est	Est	Nord-ouest	Sud-ouest
9 mai	13	10	16	14	13	24	41	2
16 mai	10	16	16	12	13	22	32	8
23 mai	8	22	12	8	5	46	48	7
30 mai	6	18	13	18	8	22	51	10
Moyenne	9,3	16,5	14,3	13	9,8	28,5	43	6,8
Écart-type	3	5	2,1	4,2	3,9	11,7	8,4	3,4
Facteur K	0,44	0,42	0,55	Facteur K moyen=0,47				
Nombre de nids estimés	4,4	7,8	6,7	6,1	4,6	13,4	20,2	3,2

1 Facteur K : Nombre de nids/nombre moyen d'individus en attente.

Tableau IV: Nombre de nids de Guillemots à miroir (*Cepphus grylle*) en 1994 et en 1999 sur des îles situées à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

Colonies	Pré-déversement 1994 Nombre de nids	Post-déversement 1999 Nombre de nids	Croissance 1999 Nombre de nids
Îles à l'intérieur du secteur du déversement			
du Fantôme est	0	7	7
du Fantôme sud-ouest	6	6	0
du Havre nord-est	4	5	1
Grosse île au Marteau est	5	13	8
Grosse île au Marteau nord-ouest	14	20	6
Grosse île au Marteau sud-ouest	3	3	0
Total	**32**	**54**	**22**
Îles à l'extérieur du secteur du déversement			
aux Perroquets nord-ouest et sud	12	12	0
Total	**12**	**12**	**0**

3.3 Impacts sur la population de Pygargues à tête blanche nicheurs

3.3.1 Nombre de nids

Les nombres de nids actifs et d'adultes vus lors des inventaires aériens de Pygargues à tête blanche en 1999 et en 1998 sont présentés pour l'archipel de Mingan (**Tableau V**).

Le nombre de nids actifs de pygargues est semblable pour ces deux années. La présence possible de deux nids de pygargues vus en 1998, un sur l'île du Havre et un sur la Grande Île, n'a pu être confirmée en 1999. Les difficultés de repérage des nids peuvent expliquer partiellement pourquoi certaines structures de nidification de pygargues n'ont pas pu être retrouvées (Fradette, 1998). Le succès de recherche des nids de pygargues en utilisant un avion léger est de l'ordre de 76% à 85 % selon les travaux de Leighton et *al.* (1979) et de Grier et *al.* (1981) mais les probabilités de détection en hélicoptère sont sûrement supérieures à 85%. Les structures de nidification associées aux pygargues qui furent observés en 1998 peuvent avoir été confondues avec des nids de Balbuzards pêcheurs à l'île du Havre ou des nids de Grands Hérons à la Petite île Sainte-Geneviève. Par souci d'exactitude, quatre (4) nids de pygargues ont été jugés actifs en 1998. Un nombre supérieur d'adultes et des nids inactifs additionnels ont été observés en 1999 probablement en raison de l'effort d'observation plus grand que celui de 1998.

Tableau V: Nombre de nids actifs et d'adultes vus lors des inventaires de Pygargues à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) en 1998 et en 1999 à la réserve de parc National de l'Archipel-de-Mingan.

Îles	Pré-déversement 1998		Post-déversement 1999	
	Nombre d'adultes vus	Nombre de nids actifs	Nombre d'adultes vus	Nombre de nids actifs
Bouleaux de Terre (pyt-01) [1]	1	1	2	1
Grande île (pyt-02)	0	0	2	(1 inactif)
Quarry	1	0	0	0
du Havre	2	(1)?	1	0
du Havre (pyt-03)	0	0	0	(1 inactif)
du Havre (pyt-04)	0	0	0	(1 inactif)
St-Charles (pyt-05)	0	1	1	1
à la Chasse (pyt-06)	2	1	2	1
à la Chasse	0	0	1	0
Petite île Ste-Geneviève	1	(1)?	0	0
Ste-Geneviève (pyt-07)	0	1	1	1
Total	**7**	**4**	**10**	**4**

?: Nidification non confirmée. [1] pyt: Identification des nids en 1999.

3.3.2 Productivité

Le contenu des nids actifs de Pygargues à tête blanche en 1998 et 1999 est présenté pour les îles de l'archipel de Mingan (**Tableau VI**).

La productivité des pygargues ne peut être comparée entre 1998 et 1999. La taille des couvées de pygargues n'a pas été évaluée en 1998 car l'inventaire, intégré à un dénombrement de sauvagine, a été réalisé plus tôt dans la période de nidification de ce rapace. Toutefois, la productivité moyenne des pygargues en 1999 est de deux (2) aiglons/nid. La couvée chez cette espèce est généralement de deux (2) oeufs par nid (Lessard, 1996; Brownell et Oldham, 1985). Le déversement du Gordon C. Leitch ne semble pas avoir eu d'effets observables sur la productivité des Pygargues à tête blanche de la Minganie en 1999.

Tableau VI: Contenu des nids actifs de Pygargues à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) en 1998 et en 1999 à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

Îles	Pré-déversement 1998		Post-déversement 1999	
	Nombre de nids actifs (n)	Contenu des nids actifs (jeunes/nid)	Nombre de nids actifs (n)	Contenu des nids actifs (jeunes/nid)
Bouleaux de Terre (pyt-01)	1	2	1	2
St-Charles (pyt-05)	1	nc	1	2
à la Chasse (pyt-06)	1	nc	1	2
Ste-Geneviève (pyt-07)	1	nc	1	2
Total	**4**	nc	**4**	**8**
Moyenne	**n/a**	**n/a**	**n/a**	**2**

[1]pyt: Identification des nids en 1999. nc: Nombre de jeunes au nid non confirmé en raison de la période hâtive de l'inventaire.

4. DISCUSSION

4.1 Impacts sur la population d'Eiders à duvet nicheurs

Le déversement de pétrole du Gordon C. Leitch à Havre-Saint-Pierre a eu des impacts limités sur les niveaux de populations d'Eiders à duvet nichant dans la RPNAM. La population d'eiders nicheurs dans la zone affectée a connu une légère diminution passant de 1861 couples en 1998 à 1707 couples en 1999. Par ailleurs, la population localisée hors de la zone de contamination est demeurée stable durant la même période. Au cours des dernières années, la tendance des effectifs d'eiders était à la hausse dans l'archipel de Mingan (Paradis, 1993) et dans le golfe Saint-Laurent (Chapdelaine, 1995). Les efforts de conservation et l'éducation de même que la création de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan ont permis aux populations d'Eiders à duvet d'augmenter substantiellement (Chapdelaine et Brousseau, 1991; Munro, 1995).

L'envergure des incidences de ce déversement pétrolier sur la population nicheuse d'Eiders à duvet dans l'archipel de Mingan s'avère difficile à préciser. La population d'eiders nicheurs semble avoir diminué d'environ 150 couples (300 oiseaux) entre 1998 et 1999 dans la zone immédiate du déversement. Lehoux et Bordage (1999) estiment à environ 255 individus la mortalité probable d'eiders nicheurs en Minganie (*S.m. dresseri*) basée sur un coefficient de capture de 40% (**Tableau VII**). D'après les résultats du présent programme de suivi, les différences des nombres de nids d'Eiders à duvet ne sont toutefois pas significatives pour les îles affectées ou non par le déversement en Minganie et pour la période entre 1998 et 1999. La productivité des Eiders à duvet de l'archipel de Mingan ne semble pas avoir été affectée non plus par l'incident du Gordon C. Leitch car les tailles moyennes de couvées ne diffèrent pas significativement pour les îles étudiées dans et hors de la zone du déversement entre 1998 et 1999. Les facteurs naturels (déplacements, météo, prédation, compétition) et les fluctuations fortuites d'échantillonnage (estimations, observateurs) pourraient expliquer en partie ces changements mineurs observés chez la population nicheuse d'eiders entre 1998 et 1999. Le déversement de mazout du Gordon C. Leitch n'aurait donc pas entraîné d'impacts observables sur la population nicheuse d'eiders en Minganie (*S.m. dresseri*).

La population hivernante d'eiders dans l'archipel de Mingan (*S.m. borealis*) a certainement été la plus affectée par le déversement de pétrole. Des 947 oiseaux trouvés morts, 786 (83%) étaient des oiseaux de cette sous-espèce (borealis) et 161 oiseaux (17%) étaient de la sous-espèce dresseri qui niche sur la Basse-Côte-Nord (Lehoux et Bordage, 1999). Cette proportion (83% et 17%) apparaît plausible considérant la durée de la période d'hivernage de borealis dans la région et la phénologie de migration. La période d'arrivée des eiders nicheurs à la RPNAM (*S.m. dresseri)* se situe aux environs de la mi-avril au moment même où la sous-espèce qui hiverne (*S.m. borealis)* quitte la région vers les sites de nidification sur les côtes du Labrador et de l'Ungava (M.Guillemette, comm. pers. *In* Paradis, 1993).

Selon cette présente étude, les impacts sur la population nicheuse d'Eiders à duvet en Minganie (*S.m. dresseri*) suite au déversement du Gordon C. Leitch, présentés au **Tableau VII**, pourraient se situer entre 161 individus (mortalité minimale observée) et 725 individus (mortalité maximale évaluée), ce qui représente entre 1,6 % et 7,3 % des 5 000 couples recensés dans la RPNAM (Paradis, 1993; Roberge, 1998, en prép.). Par ailleurs, les effets sur la population d'eiders par la contamination de certains bancs de moule en Minganie suite au déversement de pétrole (Génivar, 1999) ne sont pas documentés. Bien que les Eiders à duvet soient souvent victimes de déversements de pétrole, la population a une grande habileté à récupérer par recrutement et immigration (Seip et *al.*, 1991). Dans les circonstances actuelles, la fraction de la population d'Eiders à duvet en Minganie qui a pu être affectée, devrait se rétablir assez rapidement.

4.2 Impacts sur la population de Guillemots à miroir nicheurs

Les impacts du déversement ne sont pas détectables sur la population de Guillemots à miroir qui niche dans l'archipel de Mingan. La population de guillemots nicheurs dans le secteur immédiat de contamination affiche une augmentation passant de 32 à 54 couples entre 1994 et 1999. La tendance démographique des guillemots dans l'archipel de Mingan était à la hausse entre 1978 et 1994 (Vaudry, 1995). La croissance de cette population en Minganie peut être associée à la meilleure protection dans ce territoire depuis la création du parc et à l'abondance des ressources alimentaires, bien que leur diète locale soit méconnue (Vaudry, 1995; Chapdelaine, 1995). Cependant, l'évaluation de la tendance actuelle de la population de guillemots en 1999 doit être interprétée avec prudence car les données démographiques disponibles sont fragmentaires. Des fluctuations de populations de guillemots en Minganie ont effectivement pu survenir entre 1994 et 1998. Le dernier inventaire du Service canadien de la faune indiquait un déclin de la population de guillemots entre 1988 et 1993 pour les refuges de la Côte-Nord du golfe Saint-Laurent (Chapdelaine,1995). Toutefois, l'augmentation de la population de Guillemots à miroir dans le secteur immédiat du déversement est considérable par rapport au niveau de référence de 1994 et laisse croire que les impacts du déversement sur les guillemots nicheurs en Minganie sont faibles ou nuls.

Les guillemots présents dans l'archipel de Mingan affectés par le déversement étaient en plumage d'hiver et pouvaient principalement utiliser ce secteur comme aire d'hivernage. La répartition des Guillemots à miroir en hiver est méconnue. Il n'est pas clair que les populations du sud du Québec hivernent dans l'estuaire et le golfe Saint-Laurent ou fréquentent les eaux de l'Atlantique (Cairns, 1995). Considérant l'état de nos connaissances et la croissance de la population de guillemots dans le secteur de contamination, on peut supposer que le déversement a vraisemblablement atteint surtout des guillemots hivernants dans l'archipel de Mingan et provenant d'ailleurs, tels que la Basse Côte-Nord, la côte du Labrador et le Bas Arctique.

Selon le Service canadien de la faune entre 50 et 200 guillemots sont morts. Ces proportions correspondent entre 22 à 87% des 115 couples de guillemots dans l'archipel de Mingan en 1994 (Lehoux et Bordage, 1999). Notre étude suggère que la proportion de la population locale de guillemots en Minganie atteinte par le déversement est probablement moins importante (<22 %) vu l'augmentation visible de la population depuis 1994 et les mortalités possibles de guillemots hivernants provenant de l'extérieur de la Minganie (**Tableau VII**).

4.3 Impacts sur la population de Pygargues à tête blanche nicheurs

Les répercussions de pétrole sur la population de Pygargues à tête blanche de l'archipel de Mingan s'avèrent difficile à démontrer. La population de pygargues en Minganie est peu abondante et les impacts directs du déversement sur cette espèce sont réduits, ce qui complique l'analyse des incidences. Plusieurs aspects de la biologie et de l'écologie du Pygargue à tête blanche sont méconnus au Québec (Lessard, 1996). Parcs Canada est au stade d'acquisition de connaissances sur la nidification des pygargues à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (Roberge, 1998, en prép.).

Aucun changement n'est apparu au niveau de l'état de la population de Pygargues à tête blanche dans l'archipel de Mingan suite au déversement à Havre-Saint-Pierre en 1999. Le nombre de nids actifs et confirmés de pygargues et le nombre d'adultes observés lors des survols sont comparables pour 1998 et 1999 dans l'archipel de Mingan. La situation de la population nicheuse de Pygargues à tête blanche au Québec serait en état de se maintenir ou de s'accroître (Fradette, 1998). La productivité moyenne des pygargues en Minganie était élevée en 1999, avec deux (2) aiglons/nid. Les Pygargues à tête blanche doivent produire un minimum de 0,7 aiglon/nid chaque année afin de

maintenir leur population viable (Brownell et Oldham, 1985). La population de pygargues nicheurs dans l'archipel de Mingan, avec un tel succès à l'envol de deux (2) aiglons/nid, semble donc en bonne santé en 1999 malgré le déversement d'hydrocarbures du Gordon C. Leitch.

Ce programme de suivi ne permet pas de déceler si les pygargues affectés lors du déversement pétrolier étaient des individus nicheurs en Minganie ou des résidents hivernaux dans le complexe Anticosti-Minganie. Au Québec, les activités reproductrices du pygargue commencent au début avril (Aquin, 1997; Lessard, 1996). La période de ces activités coïncide avec celle du déversement du Gordon C. Leitch. De plus, des Pygargues à tête blanche hivernent localement dans le Québec méridional surtout sur l'île d'Anticosti, sur la Côte-Nord et dans le sud-ouest des Laurentides (David 1980a *in* Bird et Henderson, 1995; Lessard 1996).

Trois pygargues souillés dont deux (2) adultes et un (1) immature ont été vus mais aucune mortalité n'a été rapportée. Des pygargues ont aussi consommé des carcasses d'Eiders à duvet souillées (Observ. pers. 1999; e.g. Piatt et *al.* 1990; Rodway et *al.*, 1989). Les effets de l'ingestion de pétrole pourraient induire certains effets toxiques chez les oiseaux (Lee et *al.*, 1985; Peakall et *al.*, 1987; Cavanaugh et *al.*,1983) qui n'ont pas été évalués chez les Pygargues de la Minganie.

Les impacts du déversement du Gordon C. Leitch sur la population de Pygargues à tête blanche de l'archipel de Mingan paraissent mineurs. Toutefois, les impacts aussi mineurs soient-ils peuvent avoir des conséquences significatives sur cette petite population d'oiseau menacée au Québec. La disparition d'un couple nicheur de pygargue en Minganie correspond à une perte d'environ 25% de l'effectif de l'archipel de Mingan et de 3% de la population minimale du Québec, estimée à seulement 34 couples actifs en 1997 (Fradette, 1998).

La population de pygargues de l'archipel de Mingan, qui représente actuellement près de 12% de l'effectif québécois, est très vulnérable et pourrait sérieusement être atteinte suite à un déversement de pétrole. Le déversement de *l'Exxon Valdez* en 1989 a entraîné la mort de 247 pygargues dans le détroit du Prince William en Alaska et a diminué significativement le succès de reproduction. Cette population est estimée à 2 000 individus (Bowman et *al.*, 1993 *in* Bowman et *al.*, 1997). L'effectif s'est rétabli seulement après six (6) ans (Bowman et *al.*, 1995). Des mesures de protection sont donc à envisager afin d'assurer la conservation de la population de Pygargue à tête blanche de l'archipel de Mingan et de mitiger les impacts des diverses pressions antrophiques telles cet incident maritime.

4.4 Impacts sur les populations d'oiseaux nicheurs de la RPNAM

Selon les estimations du Service canadien de la faune (Lehoux et Bordage, 1999), globalement, le déversement de pétrole du Gordon C. Leitch aurait entraîné une mortalité totale d'oiseaux hivernants estimée entre 1 000 à 4 000 soit environ entre 1% et 4% de la population d'oiseaux hivernants dans le golfe Saint-Laurent. D'après notre étude, les mortalités minimales d'oiseaux nicheurs dans la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan suite au déversement de pétrole pourraient impliquer un minimum de 161 Eiders à duvet, moins de 50 Guillemots à miroir nicheurs et possiblement aucun Pygargue à tête blanche (**Tableau VII**). Les mortalités chez d'autres oiseaux nicheurs ou migrateurs qui furent rapportés morts tels le Grand Harle (1) et l'Eider à tête grise (5) ou souillés comme les goélands, les canards, les mouettes et autres ne sont pas considérées. La plupart des estimés de mortalité les plus conservateurs évaluent un facteur de correction de quatre à cinq fois le nombre d'oiseaux morts trouvés (Burger, 1993). La proportion d'oiseaux souillés peut être effectivement influencée par divers facteurs : densité d'oiseaux sur l'eau, vents, courants marins, distance du point de déversement par rapport aux berges, nombre de personnes affectées à la capture, densité de nécrophages, nombre de carcasses coulées au fond de la mer ou éliminées (Ford et *al.*, 1987; Page et *al.*, 1990 *in* Burger, 1993). En assumant cette hypothèse, la mortalité

totale estimée d'oiseaux nicheurs suite au déversement du Gordon C. Leitch pourrait varier entre 211 et 777 oiseaux. Cette mortalité représente entre 0,4 % et 1,6 % de la population totale d'oiseaux marins nicheurs de la Minganie. Le nombre total est estimé à 50 000 individus (Roberge, 1998b).

Tableau VII: Impacts du déversement pétrolier du Gordon C. Leitch sur les populations d'oiseaux nicheurs de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan (RPNAM) en 1999.

Espèce	Nombre d'oiseaux morts trouvés [1]	Mortalité estimée d'oiseaux nicheurs de la RPNAM selon Lehoux et Bordage 1999 [2]	Mortalité estimée d'oiseaux nicheurs de la RPNAM selon ce suivi [3]
Eider à duvet (*Somateria mollissima*)	947 (S.m. dresseri 161) [5] (S.m. borealis 786)	min. 175 (2 %)[4] prob. 255 (2,6 %) max. 612 (6 %)	min. 161 (1,6 %) prob.<300 (<3 %) max. 725 (7,3 %)
Guillemot à miroir (*Cepphus grylle*)	50	min. 50 (22 %) prob. 70 (35 %) max. 200 (87 %)	min. <50 (<22 %) prob.<50 (<22 %) max. 50 (22 %)
Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*)	0 (3 souillés)	min. 0 (0 %) max. 2 (25 %)	min. 0 (0 %) max. 2 (25 %)
Autres	6 (5 Eider à tête grise) (1 Grand Harle)	0	
Total	**1003**	**min. 225 (0,5%) prob. 325 (0,7 %) max. 814 (1,6 %)**	**min. 211 (0,4 %) prob.<350 (0,7 %) max. 777 (1,6 %)**

[1] Nombre total d'oiseaux nicheurs ou hivernants en Minganie.

[2] Lehoux et Bordage (1999) estiment les mortalité minimales (min.) en considérant le nombre d'oiseaux morts trouvés, les mortalités probables (prob.), en appliquant au nombre d'oiseaux morts un coefficient de capture de 40%, les mortalités maximales (max.) en appliquant au nombre d'oiseaux morts un coefficient multiplicateur de 4.

[3] Ce suivi estime les mortalités minimales (min.) en considérant le nombre d'oiseaux morts trouvés, les mortalités probables (prob.), en considérant les résultats de suivi, les mortalités maximales (max.) en appliquant au nombre d'oiseaux morts un coefficient multiplicateur de 4,5 (Burger, 1993).

[4] Les pourcentages indiqués considèrent les mortalités d'oiseaux nicheurs estimées par rapport à la population nicheuse totale de l'espèce dans le parc soit 5000 couples d'Eiders à duvet (Paradis, 1993; Roberge, 1998a, en prép), 115 couples de Guillemots à miroir, 4 couples de Pygargues à tête blanche (Roberge, 1998, en prép.) et pour le total, l'ensemble de la population d'oiseaux marins nicheurs dans la RPNAM estimée à 25 000 couples (Roberge, 1998b).

[5] Le nombre d'oiseaux morts chez les races d'eiders peut comporter certains biais vu les difficultés d'identification.

5. RECOMMANDATIONS

Des mesures de protection doivent être considérées pour compenser les effets environnementaux du Gordon C. Leitch, prévenir et réduire les effets d'éventuels incidents maritimes et protéger les populations d'oiseaux nicheurs dans l'archipel de Mingan.

Mesures de restauration

Certaines mesures de restauration peuvent être utilisées pour accroître les populations d'oiseaux suite à des déversements de pétrole par la manipulation des habitats de nidification. L'aménagement de sites naturels de nidification a été proposé pour les eiders et les guillemcts (Lawrence et Davies, 1993). L'utilisation de structures artificielles de nidification est possible pour les eiders (Clark et *al.*, 1975), les guillemots (Lawrence et Davies, 1993) et les pygargues (Hunter et *al.*, 1997). Ces méthodes intéressantes de restauration ne sont pas à prioriser, car les effets du déversement sont limités. Les populations d'oiseaux nicheurs affectées en Minganie devraient probablement se rétablir au cours des prochaines années.

Mesures de suivi

Des mesures de suivi du Pygargue à tête blanche méritent d'être réalisées chez cette espèce menacée au Québec afin d'améliorer les connaissances pour mieux la protéger dans le cas éventuels de déversements de pétrole. Le suivi à moyen terme (5 ans) de la population nicheuse de pygargues et l'étude de l'utilisation du territoire de nidification seraient pertinents pour mieux connaître l'écologie et assurer la conservation de cette espèce dans l'archipel de Mingan.

Un projet de recherche sur les populations d'eiders pourrait être entrepris afin de connaître les périodes d'arrivée et de départ des deux sous-espèces (*S.m. dresseri et S.m. borealis*) en Minganie.

Mesures de prévention

Des mesures de prévention pourraient être envisagées pour prévenir et atténuer les effets environnementaux néfastes suite à des déversements dans l'archipel de Mingan. Les autorités responsables d'urgences environnementales et les représentants industriels pourraient engager des discussions afin d'établir des scénarios saisonniers de répercussions écologiques éventuelles sur les oiseaux de la RPNAM, de prévoir des scénarios d'intervention et d'évaluer les conséquences et l'efficacité de la restauration.

Mesures de sensibilisation

La compagnie responsable, Upper Lakes Group, aurait avantage à produire des communications destinées au public afin de les sensibiliser aux mesures d'atténuations et de suivi des oiseaux déployées et de maintenir une image positive permanente auprès des communautés de la Minganie.

6. CONCLUSION

Le déversement d'hydrocarbures du Gordon C. Leitch ne semble pas avoir entraîné d'impacts observables au niveau de la reproduction des populations d'oiseaux nicheurs de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

La population d'Eiders à duvet nicheurs en Minganie sur les îles situées dans la zone de contamination est passée de 1861 couples en 1998 à 1707 couples en 1999 suite au déversement, mais cette baisse est non significative. La taille des couvées d'eiders en Minganie ne semble pas différer non plus entre 1998 et 1999 à l'intérieur et à l'extérieur du secteur immédiat du déversement. Ces légères variations peuvent être associées à divers facteurs naturels (déplacements naturels, météo, prédation) ou des fluctuations stochastiques d'échantillonnage (estimation, observateurs).

La population nicheuse de Guillemots à miroir sur les îles Mingan n'a pas été affectée significativement par la contamination de mazout en 1999. La population de guillemots dans le secteur affecté par la contamination était de 54 couples en 1999 comparativement à 32 en 1994.

La population de Pygargues à tête blanche nichant dans l'archipel de Mingan apparaît stable en 1999 avec quatre (4) couples nicheurs produisant une couvée. La productivité moyenne des pygargues en 1999, avec deux (2) aiglons par nid, indique une population en bon état de santé, même après cet incident maritime.

Selon notre étude, la mortalité estimée d'oiseaux nicheurs suite au déversement du Gordon C. Leitch représenterait approximativement entre 211 et 777 oiseaux soit des impacts possibles variant entre 0,4 % à 1, 6 % de l'effectif total des oiseaux marins de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan.

Les populations d'oiseaux nicheurs en Minganie qui ont subi des effets mineurs du déversement devraient se rétablir au cours des prochaines années. Des mesures doivent toutefois être envisagées afin de prévenir et réduire les effets d'éventuels incidents maritimes et protéger les ressources avifauniques de l'archipel de Mingan.

Les conditions rencontrées lors du déversement du Gordon C. Leitch ont révélé toute la complexité d'intervention et la fragilité de l'écosystème insulaire des îles Mingan. Ce déversement pétrolier d'importance nationale qui fut coûteux aux niveaux écologique et socio-économique, devrait servir aux autorités responsables pour prévoir des scénarios saisonniers réalistes d'incidences écologiques et d'intervention techniques afin d'éviter des catastrophes naturelles pour le mieux être des collectivités humaines.

7. RÉFÉRENCES

AQUIN, P. 1997. Fiche-synthèse sur l'habitat du Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*). Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Direction de la faune et des habitats. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. 16 p.

BEAULIEU, H. 1993. Liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche. Québec. 107p.

BIRD, D.M. et D. HENDERSON. 1995. Pygargue à tête blanche, p. 364-367 *dans* GAUTHIER, J. et Y. AUBRY (sous la direction de). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux. Service canadien de la faune. Environnement Canada. Région du Québec. Montréal, xviii+1295 p.

BORDAGE, D., N. PLANTE, A. BOURGET, et S. PARADIS. 1998. Use of ratio estimators to estimate the size of Common Eider populations in winter. J. of Wildl. Manage. 62 (1):185-192.

BOURGET, A., P. DUPUIS, et W.R. Whitman. 1986. Les eiders hivernant dans le golfe du Saint-Laurent: effectifs et distribution. *In* Les eiders au Canada, pp-94-99, A. Reed *Éditeur*. Série de rapport 47, Service canadien de la faune.

BOWMAN, T.D., P.F.SCHEMPF, et J.I. HODGES. 1997. Bald eagle population in Prince William Sound after the *Exxon Valdez* oil spill. J. Wildl.Manage. 61 (3): 962-967.

BOWMAN, T.D., P.F.SCHEMPF, et J.A. BERNATOWICZ. 1995. Bald eagle survival and population dynamics in Alaska after the *Exxon Valdez* oil spill. J. Wildl.Manage. 59 (2): 317-324.

BROWNELL, V.R. et M.J. OLDHAM. 1985. Status report on the Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) in Canada. Ontario Ministry of Natural Resources. Wildlife Branch. Nongame Program. 58 p.

BURGER, A.E. 1993. Estimating the mortality of seabirds following oil spills: Effects of spill volume. Marine Pollution Bulletin 26 (3): 140-143.

CAIRNS, D. 1995. Guillemot à miroir, p.562-565 *dans* GAUTHIER, J et Y. AUBRY (sous la direction de). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux. Service canadien de la faune. Environnement Canada. Région du Québec. Montréal, xviii+1295 p.

CAIRNS. D. 1979. Censusing hole-nesting auks by visual counts. Bird-banding 50 (4): 358-364.

CAVANAUGH, K.P., A.R. GOLDSMITH, W.N. HOLMES, et B.K. FOLLETT. 1983. Effects of ingested petroleum on the plasma prolactin levels during incubation and on the breeding success of paired Mallard ducks. Arc. Environ. Contam. Toxicol. 132:335-341.

CHAPDELAINE, G. 1995. Fourteenth census of seabird populations in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, 1993. Canadian-Field-Naturalist 109 (2):220-226.

CHAPDELAINE, G. et P. BROUSSEAU. 1991. Thirteenth census of seabird populations in the sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, 1982-1988. Canadian Field-

Naturalist 105 (1):60-66.

CLARK, S.H., H.L. MENDALL, et W. SARBELLO. 1975. Use of artificial nest shelters in Eider management. Research on the Life Sciences 22(2):1-15.

ENVIRONNEMENT CANADA. 1992. Plan de gestion. Réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan. Service des parcs. Service de la planification. 95 p+ annexes.

EWINS. P.J. 1985. Colony attendance and censusing of Black Guillemots *Cepphus grylle* in Shetland. Bird Study 32: 176-185.

EWINS. P.J. et M.L. TASKER. 1985. The breeding distribution of Black Guillemots *Cepphus grylle* in Orkney and Shetland. Bird Study 32: 186-193.

FRADETTE, P. 1998. Inventaire de la population nicheuse du Pygargue à tête blanche au Québec. Rapport présenté par l'Association québecoise des groupes d'ornithologues à la direction de la faune et des habitats, Environnement et Faune Québec, Ministère des richesses naturelles, Fondation de la faune du Québec, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Société québécoise de protection des oiseaux. 43 p +annexes.

GÉNIVAR. 1999. Suivi de la contamination secteur coquillier Anse à Nadeau (N-19.2), Havre-Saint-Pierre. Rapport présenté au Ministère des Pêches et des Océans. 12 p + annexes.

GRIER,J.W., J.M. GERRARD, G.D. HAMILTON, et P.A. GRAY. 1981. Aerial visibility bias and survev techniques for nesting Bald Eagles in northwestern Ontario. J. Wildl. Manage. 45:83-92.

HUNTER, P., N.A. MAHONY, P.J. EWINS, D. BAIRD, et M. FIELD. 1997. Artificial nesting platforms for Bald Eagles in southern Ontario, Canada. J. Raptor Res. 31(4) 321-326.

LAWRENCE, M.J. et S.L. DAVIES. 1993. Wildlife and wildlife habitat restoration and compensation in the event of an oil spill in the Beaufort sea. Environmental Studies Research Funds. Report. 109.

LEE, Y.-Z., A. LEIGHTON, D.B.PEAKALL, R.J. NORSTROM, P.J. O'BRIEN, J.F. PAYNE, et A.D. RAHIMTULA. 1985. Effects of ingestion of Hibernia and Prudhoe Bay crude oils on hepatic and renal mixed function oxidase in nestling Herring Gulls (*Larus argentatus*). Environ. Research 36:248-255.

LEGENDRE, P. et L. LEGENDRE. 1998. Numerical Ecology: Second English Edition. Elsevier, New-York.

LEHOUX, D. et D. BORDAGE. 1999. Bilan du déversement survenu à Havre-Saint-Pierre. (Préliminaire). Service canadien de la faune. Région du Québec.

LEIGHTON, F.A., J.M. GERRARD, P.GERRARD, et W.J. MAHER. 1979. An aerial census of Bald Eagle in Saskatchewan. J. Wildl. Manage. 43:61-69.

LESSARD, S. 1996. Rapport sur la situation du Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 73 p.

MUNRO, J. 1995. Eider à duvet, p.317-319 *dans* GAUTHIER, J et Y. AUBRY (sous la direction de). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux. Service canadien de la faune. Environnement Canada. Région du Québec. Montréal, xviii+1295 p.

PARADIS, S. 1993. Inventaire de la population nicheuse d'Eider à duvet (*Somateria mollissima dresseri*) de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan 1988-89. Service canadien des parcs. Service de la conservation des ressources naturelles. District de Mingan. 104 p+ annexes.

PARCS CANADA et ROCHE ASSOCIÉS LTÉE. 1984. Synthèse et analyse des connaissances relatives aux ressources de l'archipel de Mingan. Tome 1. Feuillet 1. Parcs Canada. Québec.

PEAKALL, D.B., D.A. JEFFREY, et D. BOERSMA. 1987. Mixed-function oxidase activity in seabirds and its relationship to oil pollution. Comp. Biochem. 88c (1):151-154.

PIATT, J.F., C.J. LENSINK, W. BUTLER, M. KENDZIOREK, et D.R. NYSEWANDER. 1990. Immediate impact of the *Exxon Valdez* oil spill on marine birds. The Auk 107:387-397.

ROBERGE, B. 1998a. Méthodologie. Inventaire de la population nicheuse d'Eiders à duvet (*Somateria mollissima dresseri*) de la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan - 1998. Parcs Canada, Service de la conservation des ressources naturelles, Unité de gestion de Mingan. 30 p +annexes.

ROBERGE, B. 1998b. Suivi des populations d'oiseaux marins à la réserve de parc national de l'Archipel-de-Mingan. La surveillance écologique dans les parcs nationaux du Québec. Poster présenté dans le cadre de la quatrième rencontre nationale sur les sciences. Le réseau d'évaluation et de surveillance écologique. Manoir Richelieu, Charlevoix. Parcs Canada, Service de la conservation des ressources naturelles, Unité de gestion de Mingan.4 p.

RODWAY,M.S., M.J.F. LEMON, J-P.L. SAVARD, et R. MCKELVEY. 1989. Nestucca oil spill: Impact Assessment on avian populations and habitat. Technical Report Series. No. 68. Canadian Wildlife Service, Pacific and Yukon Region, British Colombia.

SEIP, K.L., E. SANDERSEN, F. MEHLUM, et J. RYSSDAL. 1991. Damages to seabirds from oil spills: comparing simulation results and vulnerability indexes. Ecological modelling 53: 39-59.

VAUDRY,R. 1995. Inventaire des Guillemots à miroir (*Cepphus grylle*) dans la réserve de parc national de l'Archipel de Mingan. 1994. Parcs Canada. Service de la conservation des ressources naturelles, District de Mingan. 17 p+ annexes.